



Research Article

ผลของการใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริมสำหรับการเพาะเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่น

Effects of Using Spent Coffee Grounds as a Substrate Supplement for Cultivation of Abalone Mushroom (*Pleurotus cystidiosus*)

วารภรณ์ แก้วคอน^{a*} และ นิคม นาคสุพรรณ^b

Waraporn Kaewkhon^{a*} and Nikhom Naksupan^b

^a โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57100

^a Biology Program, Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat University, Mueang, Chiang Rai 57100, Thailand.

^b สาขาสาขาสัตววิทยาและปรสิตวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000

^b Division of Microbiology and Parasitology, School of Medical Science, University of Phayao, Mueang, Phayao 56000, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2024-03-25

Revised: 2024-06-12

Accepted: 2025-01-06

Keywords:

mushroom cultivation;

spent coffee grounds;

Abalone mushroom;

mycelial growth

In Chiang Rai province, the number of coffee shops is increasing, resulting in a greater amount of spent coffee grounds (SCGs) each year. SCGs are a by-product generated by the coffee shop, and their waste has caused increasing environmental problems. Nowadays, there is a growing trend toward reusing SCGs. This study investigates the influence of SCGs as a supplementary substrate for abalone mushroom (*Pleurotus cystidiosus*) cultivation. The experiment was divided into (1) a control group of 100% sawdust and (2) treatment group with sawdust supplemented with SCGs in different ratios: 0.25% v/v, 0.50% v/v, 1.0% v/v and 2.5% v/v. The results showed that adding SCGs at ratios of 0.25 to 2.5% v/v increased mycelia growth. The highest growth rate was observed with 0.25% v/v and 0.5% v/v SCGs supplementation, compared to the control group ($p < 0.05$). Furthermore, sawdust substrate supplemented with 0.25 to 2.5% v/v SCGs produced a higher yield of abalone mushrooms compared to the control group ($p < 0.05$). These findings indicate that using 0.25% and 0.5% v/v as a supplementary substrate can effectively promote mycelial growth, fruiting body size and yield of abalone mushrooms.

* Corresponding author.

E-mail address: waraporn.kae@rru.ac.th

Cite this article as:

Kaewkhon, W. and Naksupan, N. 2025. Effects of Spent Coffee Grounds used as a Substrate Supplement for Mushroom Cultivation of Abalone Mushroom (*Pleurotus cystidiosus*) *Recent Science and Technology* 17(3): 262649.

บทคัดย่อ

ร้านกาแฟในจังหวัดเชียงรายเพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้กากกาแฟซึ่งเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการสกัดน้ำกาแฟมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี กากกาแฟบางส่วนถูกทิ้งเป็นขยะโดยเปล่าประโยชน์และส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ปัจจุบันจึงเริ่มมีแนวทางการนำกากกาแฟกลับมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการเพิ่มคุณค่าวัสดุเหลือทิ้งกากกาแฟเพื่อการเพาะเห็ด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากกาแฟเป็นอาหารเสริมสำหรับการเพาะเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่น โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มควบคุมใช้วัสดุเพาะจากขี้เลื่อยไม่ย่ำพารา และ (2) กลุ่มทดลองใช้วัสดุเพาะจากขี้เลื่อยไม่ย่ำพาราสวมกากกาแฟ อัตราส่วน 0.25% v/v, 0.50% v/v, 1.0% v/v และ 2.5% v/v ตามลำดับ จากผลวิจัยพบว่า การใช้วัสดุเพาะจากขี้เลื่อยไม่ย่ำพาราสวมกากกาแฟอัตราส่วน 0.25-2.5% v/v สามารถส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่นได้ อัตราส่วนของกากกาแฟ 0.25% v/v และ 0.5% v/v มีการเจริญของเส้นใยเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่นเร็วกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในด้านของผลผลิตเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่นพบว่า กากกาแฟส่งผลต่อจำนวนดอกเห็ดต่อช่อ แต่มีผลทำให้น้ำหนักผลผลิตของเห็ดมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) งานวิจัยนี้สรุปได้ว่า การใช้วัสดุเพาะเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่นจากการใช้ขี้เลื่อยไม่ย่ำพาราสวมกากกาแฟอัตราส่วน 0.25% และ 0.5% v/v สามารถส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ด ขนาดดอกเห็ด และผลผลิตดอกเห็ด

คำสำคัญ: การเพาะเห็ด, กากกาแฟ, เห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่น, การเจริญของเส้นใย

1. บทนำ

กากกาแฟ (Spent coffee grounds) เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากการคั่วบดกาแฟเพื่อแปรรูปเป็นเครื่องดื่ม และมักจะถูกกำจัดทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงรายนิยมปลูกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้ามากที่สุด เนื่องจากตั้งอยู่เหนือสุดของประเทศไทย และมีอากาศหนาวเย็นทำให้กาแฟอาราบิก้าสามารถเจริญเติบโตได้ดี ทำให้เชียงรายได้ชื่อว่าเป็นแหล่งผลิตกาแฟที่มีเอกลักษณ์และมีความโดดเด่นทั้งในด้านคุณภาพและด้านรสชาติ ส่งผลให้ธุรกิจเกี่ยวกับกาแฟในจังหวัดเชียงรายเพิ่มขึ้น ปริมาณกากกาแฟก็เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน แม้ในปัจจุบันจะเริ่มมีการนำกากกาแฟมาใช้ประโยชน์หลากหลายมากขึ้น เช่น พลังงานชีวภาพ ไบโอดีเซล (Tuntiwattanapun *et al.*, 2017) กระดาษต้นไม้จากกากกาแฟ (Chaichan *et al.*, 2018) ปุ๋ยอินทรีย์ (Febrian and Ismail, 2021) ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว (Rodrigues *et al.*, 2023) รวมถึงการใช้เป็นวัสดุในการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน (Bunyovimonnat *et al.*, 2019) การเพาะเห็ดนางรมทอง (Kamsan *et al.*, 2021) แหล่งอาหารเสริมสำหรับการเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่น (Kaewkhon *et al.*, 2022) งานวิจัยพบว่า กากกาแฟประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์ เช่น เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) รวมทั้งปริมาณไนโตรเจน โปแทสเซียม และฟอสฟอรัส มีค่า pH 6.5-6.8 และมีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน เท่ากับ 11:1 (Chulaka *et al.*, 2014) ซึ่งเป็นคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดชนิดต่าง ๆ สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของเห็ดได้ ในปัจจุบันนิยมเพาะเห็ดในถุงพลาสติกโดยใช้วัสดุเพาะจากขี้เลื่อยไม่ย่ำพารา และมีการนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตรและอุตสาหกรรมหลากหลายชนิดมาใช้เป็นอาหารเสริม เช่น ฟางข้าว เปลือกข้าวโพด ชังข้าวโพด ชานอ้อย และจอกหูหนู (Kaewkhon *et al.*, 2020) ซึ่งวัสดุดังกล่าวมีสารอาหารใกล้เคียงกับกากกาแฟจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำกากกาแฟมาใช้เป็นอาหารเสริมในการเพาะเห็ด

เห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่น (Abalone Mushroom หรือ *Pleurotus cystidis* O.K. Miller สามารถเพาะได้ทุกฤดูกาล มีระยะพักตัวสั้น ลักษณะหมวกดอกเห็ดมีสีครีมถึงเทาเข้ม ผิวดอกแห้ง ขอบมันวาว ก้านดอกน้อย มีครีบใต้หมวกดอก ก้านดอกขนาดใหญ่ มีรสชาติและกลิ่นเป็นเอกลักษณ์ เนื้อเห็ดหนาและกรอบ ลักษณะคล้ายเนื้อไก่ จึงนิยมใช้รับประทานแทนเนื้อสัตว์ได้ เนื่องจากมีสารอาหารประเภทโปรตีน 17-42% คาร์โบไฮเดรต 37-48% และเส้นใย 24-31% (Khan *et al.*, 2008) และมีสรรพคุณทางยา เช่น ลดระดับน้ำตาลในเลือดต้านทานโรคเบาหวาน (Antidiabetic) ป้องกันโรคมะเร็ง (Anticancer) ป้องกันไวรัสและแบคทีเรีย (Antiviral-antibacterial activities) และช่วยบรรเทาอาการโรคข้ออักเสบ (Antiarthritic) (Deepalakshmi and Mirunalini, 2014) เห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่น สามารถเพาะและเจริญได้ดีในอากาศที่มีอุณหภูมิประมาณ 15-22 องศาเซลเซียส การเพาะเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่นมักใช้วัสดุเพาะเห็ดพื้นฐานเหมือนกับเห็ดสกุลนางรมชนิดอื่น วัสดุที่ใช้เพาะส่วนใหญ่เป็นขี้เลื่อยไม่ย่ำพารา และมีการใส่อาหารเสริม เช่น ปูนขาว ยิบซัม ภูไมท์ เพื่อช่วยเพิ่มขนาดและน้ำหนักของดอกเห็ด แต่เมื่อราคาของอาหารเสริมสำหรับเร่งการเจริญเติบโตของดอกเห็ดเพิ่มขึ้น จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตเห็ดเพิ่มขึ้น การใช้อาหารเสริมจากวัสดุธรรมชาติจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนการผลิตเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่นได้

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของกากกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าเพื่อใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับการเพาะเห็ดเป๋าฮื้อญี่ปุ่น เนื่องจากกากกาแฟมีสารสำคัญที่เห็ดสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ เป็นการเพิ่มมูลค่ากากกาแฟที่เป็นวัสดุเหลือทิ้ง ลดปัญหาการกำจัดขยะกากกาแฟที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเพาะเห็ดแบบอินทรีย์

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมเชื้อเห็ดและวัสดุเพาะเห็ด

การวิจัยครั้งนี้ใช้หัวเชื้อเห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่นจากอานนท์ ไบโอเทค (ไทยไบโอเทค, ปทุมธานี) วัสดุหลักในการเพาะ คือ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (อำเภอพญาเม็งราย จังหวัดเชียงราย) และกากกาแฟพันธุ์ราบิเก่าที่เหลือทิ้งจากร้านกาแฟเพื่อนเดินทาง (อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย) โดยนำกากกาแฟ มาตากแดดเพื่อกำจัดความชื้นเป็นระยะเวลา 5-7 วัน แล้วนำไปผึ่งในที่ร่ม เพื่อกำจัดความชื้นส่วนเกินเป็นระยะเวลา 2-3 วัน และเก็บไว้ในภาชนะที่ปราศจากความชื้น

2.2 การผสมวัสดุเพาะเห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่น

ทำการผสมวัสดุเพาะเห็ดโดยใช้อัตราส่วนของขี้เลื่อยไม้ยางพาราและกากกาแฟพันธุ์ราบิเก่าแต่ละกลุ่มการทดลองที่แตกต่างกัน โดยแบ่งกลุ่มทดลองเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มควบคุมใช้วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา (100%) และ (2) กลุ่มทดลองใช้วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพาราสผสมกากกาแฟเพื่อเป็นแหล่งอาหารเสริมในอัตราส่วน 0.25% v/v, 0.50% v/v, 1.0% v/v และ 2.5% v/v ตามลำดับ จำนวนกลุ่มการทดลองละ 30 ก่อนจากนั้นนำส่วนผสมแต่ละสูตรผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม และเพิ่มความชื้นด้วยน้ำสะอาดเพื่อให้วัสดุเพาะมีความชื้นประมาณร้อยละ 60-70 จากนั้นนำวัสดุเพาะที่ผสมในแต่ละสูตรบรรจุก้อนเห็ดลงในถุงพลาสติกทนความร้อนขนาด 6.5×12.5 นิ้ว นำหนักวัสดุเพาะถุงละ 750 กรัม อัดหัววัสดุเพาะเห็ดแน่นด้วยเครื่องอัดก้อนเห็ด ปิดปากถุงด้วยฝาจุก คอขวดพร้อมสาลี่ นำก้อนเห็ดทั้งหมดนี้มาเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อแรงดันไอน้ำ (autoclave) ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที

2.3 การเพาะเห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่น

ภายหลังการนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อแรงดันไอน้ำ ก้อนเห็ดที่พร้อมจะทำการถ่ายเชื้อบริสุทธิ์เห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่น โดยเทคนิคปราศจากเชื้อ (Aseptic technique) ลงในถุงเพาะเห็ด น้ำหนักของเชื้อเห็ด 10 กรัมต่อก้อน (30-40 เมล็ดข้าวฟ่าง) จากนั้นนำก้อนเชื้อเห็ดไปบ่มให้เส้นใยเจริญที่โรงบ่มก้อนเห็ด เป็นระยะเวลา ประมาณ 60 วันหรือจนเส้นใยเจริญเต็มก้อน เมื่อเส้นใยเจริญเต็มก้อนเห็ดจึงนำไปเปิดดอกในโรงเพาะเห็ด เพื่อประเมินผลการศึกษา

2.4 การเก็บข้อมูลการเจริญของเห็ด

การศึกษากการเจริญของเส้นใยเห็ด ก้อนเห็ดที่ได้รับการถ่ายเชื้อแล้วได้รับการประเมินผลร้อยละการเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่น ในสัปดาห์ที่ 3, 5, 7 และ 8 ตามลำดับ โดยวัดระยะ

การเจริญของเส้นใยจากปากคอขวดถึงระยะปลายสุดของเส้นใยเห็ด จากนั้นนำมาคำนวณร้อยละการเจริญ (Percentage of colonization)

$$\%Colonization = \frac{\text{ความยาว ของเส้นใย} \times 100}{\text{ความยาวของก้อนเห็ด}}$$

การศึกษาคผลผลิตดอกเห็ด บันทึกผลด้านผลผลิตของดอกเห็ดในแต่ละกลุ่มการทดลอง โดยประเมินผลผลิตเห็ดในการออกดอกเห็ดรุ่นแรก (first flush) คือ (1) น้ำหนักดอกเห็ด และ (2) จำนวนและขนาดดอกเห็ด

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลร้อยละการเจริญของเส้นใย และผลผลิตของดอกเห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่นมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 การเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่น

การเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าอื้อญี่ปุ่นหลังจากลงหัวเชื้อเห็ดภายในระยะเวลา 2 เดือน พบว่า เมื่อบ่มก้อนเห็ดจนมีอายุครบ 3 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริม 0.25% v/v มีร้อยละการเจริญของเส้นใยเห็ดเร็วที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริม 0.5% v/v, 1.0% v/v และ 2.5% v/v ตามลำดับ มีการเจริญของเส้นใยเห็ดช้าตามอัตราส่วนของกากกาแฟที่เพิ่มขึ้นและช้ากว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่เมื่อก่อนเห็ดมีอายุ 5-7 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริม 0.25% และ 0.5% v/v มีการเจริญของเส้นใยเร็วที่สุดและมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เส้นใยเห็ดเจริญเต็มก้อน (100% colonization) เมื่ออายุของก้อนเห็ดครบ 8 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริม 1.0% และ 2.5% v/v มีร้อยละการเจริญของเส้นใยช้ากว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunyovimonnat *et al.* (2019) ที่พบว่า อัตราส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน (C/N ratio) ที่ผสมในวัสดุเพาะเห็ด ควรมีค่า C/N ratio ที่ไม่สูงจนเกินไป เพื่อให้เกิดการย่อยสลายวัสดุเพาะได้ง่าย ถ้าหากวัสดุเพาะมีค่า C สูงมากเกินไปจะเกิดการย่อยสลายยาก เช่นเดียวกับการใช้วัสดุเพาะของกลุ่มควบคุมที่ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (100%) มีค่า C/N ratio เท่ากับ 125.5:1 ในขณะที่กลุ่มการทดลองมีการผสมกากกาแฟร่วมกับขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีค่า C/N ratio เท่ากับ 59-45:1 ซึ่งเห็ดจึงสามารถย่อย

สลายสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตได้เร็ว จึงส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ดได้ดี

นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อก่อนเห็ดอายุครบ 8 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง (1.0% และ 2.5% v/v กากกาแฟ) มีการเจริญของเส้นใยเห็ดได้ร้อยละ 95.41±4.87, 87.91±9.53 และ 78.84±9.51 ตามลำดับ และเส้นใยยังเจริญไม่เต็มก้อน จึงทำการบ่มก้อนเห็ดต่อไปจนเส้นใยเจริญเต็มก้อน (100%) ซึ่งกลุ่มควบคุมจะใช้ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยประมาณ 9 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มทดลอง 1.0% และ 2.5% v/v กากกาแฟ ใช้ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยประมาณ 10 และ 11 สัปดาห์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของกากกาแฟที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่น เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Alsanad *et al.* (2020) ที่ศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ด *P. ostreatus* เมื่อทำการเพาะเลี้ยงด้วยกากกาแฟกับซีลี้อย่างพาราในสัดส่วนที่ต่างกัน (0, 33, 67 และ 100%) พบว่า วัสดุเพาะเห็ดจากกากกาแฟ (100%) จะมีปริมาณคาเฟอีน (caffeine) เหลือในกากกาแฟประมาณ 10-25 $\mu\text{mol/g}$ จึงส่งผลยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมบนอาหารวุ้นและอาหารเหลวในห้องปฏิบัติการ ในขณะที่อัตราส่วนของกากกาแฟที่ลดลง (33% และ 67%) มีการเจริญของเส้นใยได้ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับการใช้กากกาแฟในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมภูฐานของงานวิจัย Bunyovimonnat *et al.* (2019) ที่พบว่ากากกาแฟ 100% ส่งผลให้การเจริญของเส้นใยเห็ดช้ำมากและเส้นใยบาง ไม่หนาแน่น ในขณะที่ใช้กากกาแฟผสมซีลี้อย่างพารา ในอัตราส่วน 50% และ 25% ตามลำดับ การเจริญของเส้นใยเร็วขึ้นและไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า อัตราส่วนของกากกาแฟมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด

งานวิจัยดังกล่าวเบื้องต้นเป็นการใช้กากกาแฟเพื่อทดแทนการใช้ซีลี้อย่างพารา ในส่วนของการใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริมพบว่าผลวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewkhon *et*

al. (2022) ที่ศึกษาการใช้กากกาแฟอัตราส่วน ร้อยละ 0.25, 0.50 และ 1.00 (โดยปริมาตร) ผสมกับซีลี้อย่างพาราสำหรับเป็นวัสดุเพาะเห็ดโคนญี่ปุ่นพบว่ากากกาแฟอัตราส่วนร้อยละ 1.00 มีการเจริญของเส้นใยเห็ดโคนญี่ปุ่นช้าที่สุด แต่มีลักษณะของเส้นใยหนาแน่นกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้ซีลี้อย่างพารา

3.2 รูปร่างดอกเห็ดและผลผลิตเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่น

หลังจากเส้นใยเห็ดเจริญเต็มก้อน จึงนำก้อนเห็ดไปเปิดดอกที่โรงเพาะเห็ด เพื่อศึกษาผลของกากกาแฟต่อผลผลิตเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่นในการออกดอกเห็ดครั้งแรก (first flush) โดยปกติแล้วลักษณะของดอกเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่น เมื่อดอกเห็ดเจริญเต็มที่ห่มวกดอกจะโค้งลงและเริ่มมีสีขาว ถ้าดอกเห็ดดอกเป็นเดี่ยวจะมีความกว้างประมาณ 10-12 เซนติเมตร แต่หากมีการออกดอกเป็นช่ออาจจะมีดอกเห็ดเป็นดอกย่อย 2-3 ดอกต่อช่อ (Raman *et al.*, 2021) จากการศึกษา พบว่ากลุ่มควบคุมและทุกกลุ่มการทดลองมีจำนวนดอกเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่นไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 2 ดอกต่อช่อ (Figure 1)

ผลผลิตเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่น พบว่าทุกกลุ่มการทดลองที่ผสมกากกาแฟมีน้ำหนักช่อดอกมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยน้ำหนักเฉลี่ยของช่อดอกมากที่สุด คือ การผสมกากกาแฟ 0.25% และ 0.5% v/v ซึ่งมีน้ำหนักช่อดอกเฉลี่ยเท่ากับ 82.10±7.58 และ 84.19±11.35 กรัม ตามลำดับ มากกว่ากลุ่มที่ผสมกากกาแฟ 1.0% และ 2.5% v/v อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และเมื่อพิจารณาด้านขนาดของดอกเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่น พบว่าการผสมกากกาแฟ 0.25% และ 0.5% v/v มีดอกเห็ดที่ค่อนข้างสมบูรณ์ จำนวนดอกเห็ดต่อช่อ (2 ดอก) ขนาดดอกทั้งสองดอกต่อช่อสมบูรณ์ ขนาดดอกใกล้เคียงกัน ส่วนในด้านความกว้างและความยาวของดอกเห็ดจากสูตรทั้งสองพบว่า มีขนาดใหญ่กว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2)

Table 1 The percentage of the mycelial growth of abalone mushrooms

Treatments	Percentage of the mycelial growth of mushrooms			
	3 weeks	5 weeks	7 weeks	8 weeks
1. SD	38.59±2.06 ^a	60.79±4.05 ^b	73.10±5.93 ^b	95.41±4.87 ^b
2. SD+0.25%SCGs	38.41±1.44 ^a	66.76±4.88 ^a	80.37±6.15 ^a	100.00±0.00 ^a
3. SD+0.50%SCGs	36.02±4.39 ^b	66.08±9.18 ^a	80.56±9.10 ^a	100.00±0.00 ^a
4. SD+1.00%SCGs	34.48±2.29 ^c	60.17±3.74 ^b	70.92±4.24 ^b	87.91±9.53 ^c
5. SD+2.50%SCGs	27.81±3.05 ^d	48.03±6.46 ^c	58.62±9.03 ^c	78.84±9.51 ^d

Mean value of the mycelial growth of mushroom (N=30); measurements ± standard deviation;

SD = Sawdust; SCGs = Spent Mushroom Grounds

^{abcd} different letters in a column are significantly different level ($p < 0.05$) according to Duncan's multiple range test

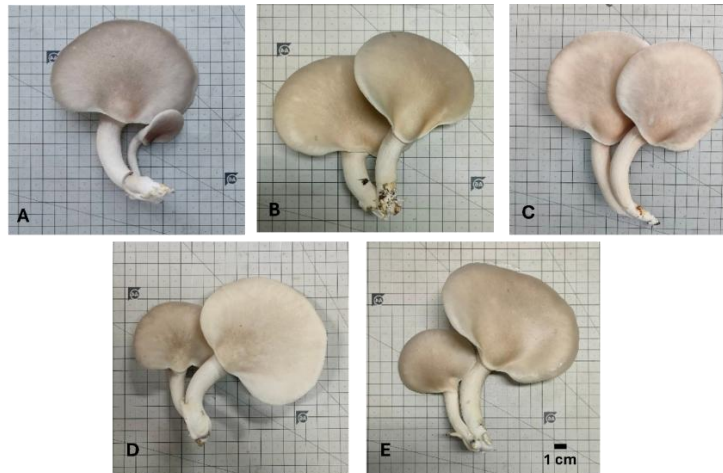


Figure 1 Abalone mushrooms (SD = Sawdust; SCGs = Spent Mushroom Grounds; A: SD control group, B: SD+SCGs0.25%, C: SD+SCGs0.5%, D: SD-SCGs+1% and E: SD+SCGs2.5%)

Table 2 The average of abalone mushroom weight and size of fruiting body

Treatments	The weight and size of fruiting body			
	Average number of fruiting	Mushroom weight	Fruiting body size	
	bodies		Width (cm)	Length (cm)
	(fruiting bodies/bunch)	(g/bunch)		
1. SD	2.10±0.92 ^{ns}	66.42±8.25 ^c	11.03±1.45 ^c	16.82±1.52 ^b
2. SD+0.25%SCGs	2.53±0.94 ^{ns}	82.10±7.58 ^a	12.39±1.57 ^{ab}	16.56±1.95 ^b
3. SD+0.50%SCGs	2.03±0.67 ^{ns}	84.19±11.35 ^a	12.82±1.80 ^a	19.07±1.44 ^a
4. SD+1.00%SCGs	2.20±0.85 ^{ns}	76.84±9.69 ^b	11.33±1.40 ^{bc}	18.33±1.35 ^a
5. SD+2.50%SCGs	2.10±0.66 ^{ns}	75.16±7.65 ^b	11.58±1.36 ^{abc}	15.58±1.69 ^b

Mean value of the mycelial growth of mushroom (N=30); measurements ± standard deviation

SD = Sawdust; SCGs = Spent Mushroom Grounds

^{ns} letters in a column are non-significantly different level ($p>0.05$) according to Duncan's multiple range test

^{abcd} different letters in a column are significantly different level ($p<0.05$) according to Duncan's multiple range test

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunyovimonnat *et al.* (2019) ที่ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเห็ดนางรมด้วยวัสดุเหลือทิ้งกากกาแฟ พบว่ากากกาแฟผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัตราส่วนร้อยละ 50:50 ได้ผลผลิตดอกเห็ดนางรมที่มีปริมาณมากกว่าวัสดุเพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา 100% แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนของกากกาแฟที่เหมาะสมมีส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ด และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Srijumpa *et al.* (2018) ที่เพาะเห็ดนางรม เห็ดฟางและเห็ดถั่วด้วยกากเมล็ดกาแฟผสมขี้เลื่อยไม้ยางพาราในอัตราส่วน 7:3 (โดยปริมาตร) ให้ผลผลิตต่อก้อนของเห็ดสกุลนางรม และเห็ดฟางสูงกว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (100%) แต่ไม่สามารถใช้เพาะเห็ดถั่วได้ แสดงให้เห็นว่า การใช้กากกาแฟเป็นวัสดุเพาะเห็ดจำเป็นต้องมีอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเพาะเห็ดแต่ละชนิด

สำหรับการใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริม เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Kaewkhon *et al.* (2022) ที่เพาะ

เห็ดโคนญี่ปุ่นด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพาราเสริมกากกาแฟ พบว่าอัตราส่วนกากกาแฟร้อยละ 0.25, 0.50 และ 1.00 (โดยปริมาตร) สามารถกระตุ้นการเกิดระยะหัวเข็มหมุด ระยะตุ่มดอกเห็ดและเจริญเป็นเห็ดโคนญี่ปุ่นได้เร็วกว่าการเพาะด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เนื่องจากในกากกาแฟพันธุ์อาราบิก้ามีสารสำคัญ คือ Cellulose (glucan) 8.6 g/100g, Hemicellulose 36.7 g/100g, Protein 13.6 g/100g, Potassium 3549 mg/kg, Phosphorus 1475.1 mg/kg และ Magnesium 1293.3 mg/kg (Campos-Vega *et al.*, 2015) ที่แตกต่างจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่มีองค์ประกอบเป็น Cellulose 38.3-42.0%, Hemicellulose 29.7-32.8%, Lignin 18.1-21.3% (Anantasaran *et al.*, 2023) ดังนั้นเมื่อใช้กากกาแฟเป็นอาหารเสริมเพิ่มเติมจึงช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ด ขนาดดอกเห็ด และผลผลิตดอกเห็ดได้ดีกว่าการใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียว

4. สรุป

วัสดุเพาะเห็ดจากขี้เลื่อยไม้ยางพาราเมื่อนำมาผสมกับกากกาแฟเพื่อเป็นอาหารเสริมสามารถเพาะเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่นได้ ซึ่งอัตราส่วนของกากกาแฟ 0.25% และ 0.05% v/v เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่นมากที่สุด โดยสามารถส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ด เพิ่มผลผลิตเห็ดในด้านน้ำหนักช่อดอก และส่งเสริมให้ดอกเห็ดในช่อดอกมีรูปร่างและขนาด ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้นควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรเลือกใช้อาหารเสริมกากกาแฟสำหรับการผลิตเห็ดเป่าฮือญี่ปุ่น เพื่อลดต้นทุนการใช้อาหารเสริมชนิดอื่น ช่วยเพิ่มมูลค่ากากกาแฟ และลดปัญหาการกำจัดกากกาแฟทั้งโดยเปล่าประโยชน์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย และกากกาแฟจากร้านกาแฟเพื่อนเดินทาง มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องวัสดุเหลือใช้จากกากกาแฟ

ขอขอบคุณ นายรัชฎาณนท ใจจุมปา, นางสาวปานิศา จองคำอาจ, นางสาวชลธิชา โพธิ์นาม และนางสาวสุตารัตน์ รักแม่ สังกัดโปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่ช่วยเหลือในการทำวิจัยและเก็บผลการวิจัยจนสำเร็จ ลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงรายที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- Alsanad, M.A., Sassine, Y.N., Sebaaly, Z.E. and Fayssal, S.A. 2020. Spent coffee grounds influence on *Pleurotus ostreatus* production, composition, fatty acid profile, and lignocellulose biodegradation capacity. **CyTA-Journal of Food** 19(1): 11-20.
- Anantasaran, J., Sae-Liw, N. and Thongkum, T. 2023. Cultivation of abalone mushroom with leftover earleaf acacia sawdust from zebra dove cage making industry. **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University** 25(3): 65-74. (in Thai)
- Bunyovimonnat, N., Burakron, J., Jindavutikul, S. and Somrith A. 2019. Increasing nutrition of oyster mushrooms using waste coffee grounds. **Bulletin of Applied Sciences** 8(8): 96-105. (in Thai)
- Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., Vergara-Castañeda, H.A. and Oomah, B.D. 2015. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. **Trends in Food Science & Technology** 45(1): 24-36.
- Chaichan, W., Chaichan, W. and Sawain, A. 2018. **Research report on plant pots from co-production of spent coffee grounds, shell lime and rubber wood sawdust.** Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang. (in Thai)
- Chulaka, P., Kaewsorn, P. and Jeenprosom, P. 2014. Effect of growing media containing coffee ground on germination and growth of tomato seedling (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Agricultural Science Journal** 45(2): 349-352. (in Thai)
- Deepalakshmi, K. and Mirunalini, S. 2014. *Pleurotus ostreatus*: an oyster mushroom with nutritional and medicinal properties. **Journal of Biochemical Technology** 5(2): 718-726.
- Febrian, P.A. and Ismail, Y. 2021. The study of composting from spent coffee grounds in making process liquid fertilizer. **Journal of Environmental Engineering and Waste Management** 6(2): 111-128.
- Kaewkhon, W., Naksupan, N., Seethi, I., Taomun, P., Phetkianphai, S. and Lagsamongkol, K. 2020. Development of abalone mushroom cultivation using dried-corn cobs and floating mass as a supplement for mushroom substrate. In Chandeying, V. ed. **Symposium on The 9th National Science Research Conference.** University of Phayao, Phayao.
- Kaewkhon, W., Manopattarakul, S., Thmmawong, T., Chaibong, T., Kwirachai, T. and Naksupan, N. 2022. Effect of spent coffee grounds with rubber wood sawdust substrates on the mycelial growth and primordial formation of *Agrocybe cylindracea* Maire, pp. 598-606. In Mongkolaussavarat, T. ed. **Symposium on The 14th National Science Research Conference.** University of Phayao, Phayao.
- Kamsan, T., Kiddee, P. and Wonglom, P. 2021. Use of coffee ground waste with rubber wood sawdust for golden oyster mushroom (*Pleurotus citrinopileatus* Singer) cultivation material. **PSRU Journal of Science and Technology** 6(2): 86-97. (in Thai)
- Khan, M.A., Amin, S.M.R., Uddin, M.N., Tania, M. and Alam, N. 2008. Comparative study of the nutritional

composition of oyster mushrooms cultivated in Bangladesh. **Bangladesh Journal of Mushroom** 2: 9-14.

Raman, J., Jang, K.Y., Oh, Y.L., Oh, M., Im, J.H., Lakshmanan, H. and Sabaratnam, V. 2021. Cultivation and nutritional value of prominent *Pleurotus* spp.: an overview. **Mycobiology** 49(1): 1-14.

Rodrigues, R., Oliveira, M.B.P.P. and Alves, R.C. 2023. Chlorogenic acids and caffeine from coffee by-products: a review on skincare applications. **Cosmetics** 10(12): 1-15.

Srijumpa, N., Khayankarn, S. and Chaichuchote, S. 2018. **Research Report on Using Coffee Pulps as Substrates for Cultivation of *Pleurotus* spp., *Volvariella volvacea* and *Coprinus fimetarius*.** Chiangrai Horticulture Research Center, Chiangrai.

Tuntiwiwattanapun, N., Usapein, P. and Tongcumpou, C. 2017. The energy usage and environmental impact assessment of spent coffee grounds biodiesel production by an *in-situ* transesterification process. **Energy for Sustainable Development** 40: 50-58.