วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.อีสาน | Agriculture & Technology RMUTI Journal
ปีที่ 5 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2567 | Vol.5 No.3 September – December 2024

Received: February 20, 2024; Revised: September 19, 2024; Accepted: September 29, 2024

ผลของการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง
Effect of agricultural waste materials utilization for *Cordyceps militaris* cultivation

อรลัดา เจือจันทร์[1*] นิภาวรรณ์ จิตโสภากุล[1] อุไรลักษณ์ พงษ์เกษ[1] และหยาดนภา เจนรอบ[2]
Onladda Juajun[1*], Nipawan Jitsopakul[1], Urailuck Pongket[1] and Yardnapa Jenrob[2]

[1]คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
[1]Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province
[2]สำนักงานวิทยาเขตสุรินทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
[2]Surin Campus Office, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province
**Corresponding Author E-mail Address: onladda.jua@hotmail.com*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง และปริมาณที่เหมาะสมของแกลบและน้ำมะพร้าวในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง พบว่า สูตรอาหารแข็งที่ให้การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองดีที่สุดคือ สูตรที่ 6 โดยใช้ไข่ไก่ผสมกับน้ำมะพร้าวร้อยละ 5 ต่อปริมาตรน้ำ 100 มิลลิลิตร ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองมากที่สุด 4.73 เซนติเมตร ซึ่งมากกว่า ($p \leq 0.05$) สูตรควบคุม (PDA) และสูตรอื่น ๆ การใช้แกลบปริมาณร้อยละ 0.83, 1.67, 2.50, 3.33 และ 4.17 ในอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองไม่มีความแตกต่าง ($p > 0.05$) ในจำนวนก้านดอก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง แต่การใช้แกลบร้อยละ 2.50 ให้ความยาวของดอกเห็ดมากที่สุด (7.19 เซนติเมตร) แตกต่าง ($p \leq 0.05$) จากสูตรที่เติมแกลบในปริมาณน้อยกว่า ในงานวิจัยนี้พบว่า การเติมน้ำมะพร้าวแก่ให้ปริมาณก้านดอกเห็ด ความยาว และน้ำหนักมากกว่าการเติมน้ำมะพร้าวอ่อน นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้น้ำมะพร้าวแก่ร้อยละ 33.33 และ 41.67 ให้จำนวนก้านดอกเห็ดสูงสุดเท่ากับ 19.67 และ 19.33 ก้าน ตามลำดับ ($p > 0.05$) และให้น้ำหนักมากที่สุด แตกต่างจากตัวอย่างอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรทั้งแกลบและน้ำมะพร้าว มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง ซึ่งน้ำมะพร้าวแก่ช่วยให้การเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองดีกว่าน้ำมะพร้าวอ่อน นับเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์และมีมูลค่าเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เห็ดถั่งเช่าสีทอง แกลบ น้ำมะพร้าวแก่ น้ำมะพร้าวอ่อน ดักแด้ไหม

Abstract

The objective of this research was to study the optimum of solid culture medium for the growth of *Cordyceps militaris* (*C. militaris*), as well as the optimal amount of rice husk and coconut water in the culture formula. It was found that the best formula for the growth of *C. militaris* mycelium is formula 6, which uses chicken eggs mixed with 5% coconut water per 100 milliliters of water. The resulted exhibited in the largest diameter of the *C. militaris* mycelium at 4.73 centimeters, which was significantly greater ($p \leq 0.05$) than the control (PDA) and other formulas. Using rice husk at concentrations of 0.83%, 1.67%,

2.50%, 3.33%, and 4.17% in the culture medium showed no significant difference ($p>0.05$) in the number of stalks, fresh weight, and dry weight, but using 2.50% rice husk resulted in the longest mushroom stalks at 7.19 centimeters, which was significantly different ($p\leq0.05$) from the formulas with lower amounts of rice husk. This research also found that adding mature coconut water resulted in a greater number of mushroom stalks, longer stalks, and heavier weight compared to using young coconut water. Moreover, using mature coconut water at 33.33% and 41.67% resulted in the highest number of stalks at 19.67 and 19.33, respectively ($p>0.05$), and provided the highest weight, significantly different from other samples. It can be observed that using agricultural waste materials, such as rice husk and coconut water affect the growth of *C. militaris*, with mature coconut water promoting better growth than young coconut water. It is considered the utilization of agricultural waste to be useful, and value added.

Keywords: *Cordyceps militaris*, Rice husk, Mature coconut water, Young coconut water, Silk pupae

บทนำ

เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) เป็นเห็ดที่รู้จักกันดีมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการแพทย์แผนจีน เพราะเป็นเห็ดที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและมีคุณสมบัติในการรักษาโรคที่หลากหลาย เห็ดถั่งเช่าสีทองมีสารต้านอนุมูลอิสระและสารที่ช่วยให้สามารถปรับตัวกับความเครียดทางร่างกาย ช่วยปรับสมดุลของร่างกาย ป้องกันการติดเชื้อ และต่อต้านเซลล์มะเร็ง สารสำคัญที่พบในเห็ดถั่งเช่าสีทองคือ Cordycepin มีประสิทธิภาพในการลดการสะสมของไขมันชนิด LDL ลดคอเลสเตอรอล เห็ดชนิดนี้เป็นส่วนประกอบที่มีมูลค่าสูงในยาจีนและทิเบต (Nguyen, 2020) เห็ดถั่งเช่าสีทองช่วยเพิ่มความจำและป้องกันโรคทางระบบประสาท ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ลดการอักเสบ (Kim et al., 2021) ส่งเสริมการทำงานของตับ เพิ่มความแข็งแรงให้กับร่างกาย ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ต้านทานต่อโรคเบาหวาน และช่วยให้ระบบหลอดเลือดทำงานปกติ (Takahashi et al., 2020)

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ในปีพ.ศ. 2566 มีพื้นที่ปลูกข้าว 62.38 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 25 ล้านต้นข้าวเปลือก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) แกลบเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว มีประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ของข้าวเปลือกทั้งเมล็ด (Juliano and Tuaño, 2019) และเป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต มีการนำแกลบมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด เช่น เห็ดนางฟ้าและเห็ดมิลค์กี้เป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้จากวัสดุเพาะที่มีแกลบอย่างเดียวหรือใช้แกลบผสมกับวัสดุอย่างอื่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บปริมาณความชื้น การใช้แกลบเป็นวัสดุเพาะต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้ เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากเชื้อราและแบคทีเรียอื่น ๆ (แพททริค, 2566) มีการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรหลายชนิด ได้แก่ เส้นใยจากปาล์ม แกลบ และขี้เลื่อยในการเพาะเลี้ยงเห็ดฟาง โดยพบว่าการใช้แกลบและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีประสิทธิภาพในการเพาะเลี้ยงเห็ดได้ (Ukoima et al., 2009) นอกจากนี้ยังมีการใช้เศษกระดาษเหลือทิ้งจากสำนักงานผสมกับปุ๋ยพืช ปุ๋ยขี้ไก่ และแกลบในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางฟ้า พบว่า การใช้แกลบเป็นส่วนผสมในอัตราร้อยละ 20 ให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้าสูงที่สุด (Baysal et al., 2003) แต่ไม่พบผลงานวิจัยในการนำแกลบมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง นอกจากแกลบแล้วยังมีมะพร้าว (*Cocos nucifera)* ส่วนใหญ่แล้วในทางอุตสาหกรรมมักใช้ผลมะพร้าวแก่ในการแปรรูป โดยนำเนื้อมะพร้าวมาแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร (ศิวเรศ, 2564) ดังนั้นส่วนเหลือทิ้งจากการใช้เนื้อมะพร้าวก็คือน้ำมะพร้าว ซึ่งไม่นิยมนำมารับประทาน มีการรายงานจากประเทศศรีลังกา พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปจากมะพร้าวมีของเสียจากส่วนที่เป็นน้ำมะพร้าวเฉลี่ยปีละประมาณ 261 เมตริกตัน และเป็นสาเหตุของปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อม (Pramith, 1998) อย่างไรก็ตาม ปัญหาข้างต้นจะไม่เกิดหากนำน้ำมะพร้าวมาเป็นส่วนประกอบในอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ (Osazuwa, 1989) น้ำมะพร้าวมีฤทธิ์เป็นกรดเล็กน้อย โดยมีค่าพีเอชเฉลี่ย 5.5 และมีสารฟอสฟอรัสโปแตสเซียม โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และมีคาร์โบไฮเดรตในปริมาณค่อนข้างมาก (Fonseca et al., 2009; Prades et al., 2012) จึงมีการใช้น้ำมะพร้าวในการเลี้ยงแบคทีเรียที่ผลิตวุ้นมะพร้าว (Walter et al., 2009) และมีการใช้น้ำมะพร้าวแก่ในปริมาณ 10–15 เปอร์เซ็นต์ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของผักโขม โดยสามารถเพิ่มน้ำหนักของแคลลัสผักโขม และเร่งการเกิดรากได้เร็วขึ้น (Wazir, 1997) นอกจากนี้ ยังมีการใช้น้ำมะพร้าวอ่อนและน้ำมะพร้าวแก่ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าธิเบต (*Ophiocordyceps*

sinensis) โดยผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว PDB (Potato Dextrose Broth) ทำให้มีปริมาณเส้นใยสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (Shashidhar et al., 2017) จากการตรวจสอบยังไม่มีการรายงานการใช้น้ำมะพร้าวในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งที่เหมาะสมโดยมีการใช้ น้ำมะพร้าวผสมในสูตรอาหารเปรียบเทียบกับสูตรต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองบนจานเพาะเชื้อ และศึกษาการใช้แกลบและน้ำมะพร้าวเป็นส่วนประกอบในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

ศึกษาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองบนจานเพาะเชื้อ

นำเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) ระยะเป็นเส้นใยสีขาว เลี้ยงบนอาหารวุ้นแข็ง (Potato Dextrose Agar; PDA) อายุประมาณ 1 สัปดาห์ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด มาเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยใช้ดักแด้สายพันธุ์ไหมไทยพื้นบ้าน ซื้อจากตลาดสดเทศบาลเมืองสุรินทร์ (เก็บในถุงพลาสติกปิดสนิท แล้วเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้) ส่วนน้ำมะพร้าวซื้อจากตลาดสดเทศบาลเมืองสุรินทร์ (ใช้เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อทันทีที่ซื้อมา) ในการเตรียมสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง จำนวน 8 สูตร (ตารางที่ 1) โดยสูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุม ใช้สูตรอาหารสำเร็จรูป PDA ของบริษัท Himedia ประเทศอินเดีย ในการเตรียมอาหารแข็ง ให้แบ่งน้ำกลั่นปริมาณ 50 มิลลิลิตร มาต้มวุ้นจนละลาย ส่วนมันฝรั่งให้ต้มในน้ำส่วนที่เหลือจนมันฝรั่งนิ่ม กรองเอาแต่น้ำมาผสมกับส่วนผสมอื่น แล้วนำส่วนผสมทุกอย่างปั่นรวมกันในเครื่องปั่นยี่ห้อ Kashiwa รุ่น KW-999 ด้วยความแรงเบอร์ 3 นาน 2 นาที หรือจนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน นำส่วนผสมที่มีวุ้นมาเทผสมคนให้เข้ากัน ทำการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำยี่ห้อ Drawell รุ่น GR-85DF ประเทศจีน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ดัดแปลงจากณัฐพงษ์ และคณะ (2559) แล้วนำมาเทใส่จานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ รอจนอาหารแข็ง ตัดชิ้นส่วนเห็ดถั่งเช่าสีทองขนาด กว้าง x ยาว เท่ากับ 2x2 มิลลิเมตร วางลงกลางจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทอง โดยใช้ไม้บรรทัดและหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร

ตารางที่ 1 สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งสำหรับเห็ดถั่งเช่าสีทองเลี้ยงบนจานเพาะเชื้อ

ส่วนประกอบ	สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ							
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
PDA (มิลลิลิตร)	100	-	-	-	-	-	-	-
กลูโคส (กรัม)	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ซูโครส (กรัม)	-	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
เปปโตน (กรัม)	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ยีสต์สกัด (กรัม)	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ดีเกลือ (กรัม)	-	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
มันฝรั่ง (กรัม)	-	20	20	20	20	20	20	20
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	-	20	20	20	20	20	20	20
ไข่ไก่ (มิลลิลิตร)	-	-	2	2	-	2	2	2
ดักแด้ (กรัม)	-	3	-	3	3	-	3	3
น้ำมะพร้าวอ่อน (มิลลิลิตร)	-	-	-	-	5	5	5	10
วุ้น (กรัม)	-	8	8	8	8	8	8	8
น้ำกลั่น (มิลลิลิตร)	-	100	100	100	100	100	100	100

ศึกษาการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งในขวดเพาะเลี้ยงโดยใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสำหรับผลิตหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง

โดยมีสูตรอาหารดังนี้ กลูโคส 20 กรัม เปปโตน 15 กรัม ดักแด้ไหม 30 กรัม ไข่ไก่ 2 ฟอง ดีเกลือ 0.5 กรัม มันฝรั่ง 200 กรัม ยีสต์สกัด 15 กรัม วิตามินบี 1 200 มิลลิกรัม น้ำกลั่น 1 ลิตร นำส่วนผสมทุกอย่าง (ยกเว้นมันฝรั่ง) ใส่รวมกันในเครื่องปั่นยี่ห้อ Kashiwa รุ่น KW-999 ด้วยความแรงเบอร์ 3 เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปั่นรวมกันนาน 2 นาที อีกส่วนหนึ่งให้นำมันฝรั่งมาหั่นขนาด 1x1x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มจนมันฝรั่งนิ่ม แล้วใช้ผ้าขาวบางกรองเอาแต่น้ำ นำส่วนผสมทั้งสองส่วนใส่รวมกัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วแบ่งใส่ฟลาสก์ ๆ ละ 100 มิลลิลิตร ปิดจุกสำลีและกระดาษฟรอยด์ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ ยี่ห้อ Drawell รุ่น GR-85DF ประเทศจีน ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที รอให้อาหารเย็น แล้วเติมหัวเชื้อเห็ด ถั่งเช่าสีทองลงไป เขย่าด้วยเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Biobase รุ่น BJPX-1008 ประเทศจีน ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7–10 วัน ดัดแปลงจากณัฐพงษ์ และคณะ (2559) แล้วนำไปเลี้ยงในสูตรอาหารแข็งขั้นตอนต่อไป

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งสำหรับการเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองสูตรต่าง ๆ

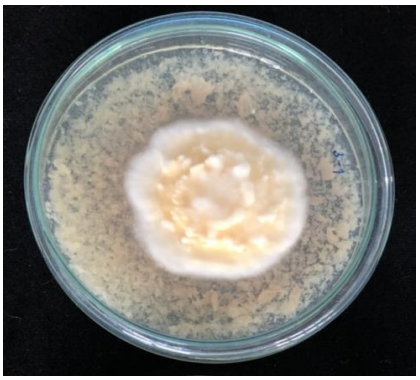
โดยมีสูตรอาหารพื้นฐานดังนี้ กลูโคส 5 กรัม ซูโครส 15 กรัม เปปโตน 5 กรัม ยีสต์สกัด 5 กรัม ดีเกลือ 0.5 กรัม มันฝรั่ง 200 กรัม ไข่ไก่เบอร์ 2 จำนวน 2 ฟอง ดักแด้ 30 กรัม วิตามินบี 1 200 มิลลิกรัม น้ำกลั่น 1 ลิตร นำส่วนผสมทุกอย่าง (ยกเว้นมันฝรั่ง) ใส่รวมกันในโถปั่น เติมน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปั่นรวมกัน อีกส่วนหนึ่งให้นำมันฝรั่งมาหั่นขนาด 1x1x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมน้ำ 500 มิลลิลิตร ต้มจนมันฝรั่งนิ่ม ใช้ผ้าขาวบางกรองเอาแต่น้ำ นำส่วนผสมทั้งสองส่วนใส่รวมกัน แล้วปั่นจนละเอียดได้เป็นอาหารเหลว ชั่งเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ กข 105 ใส่ในขวดแก้วขนาด 16 ออนซ์ ขวดละ 25 กรัม นำส่วนผสมอาหารเหลวที่เตรียมได้ใส่ในขวด ๆ ละ 35 มิลลิลิตร ในสูตรอาหารให้เติมแกลบปริมาณขวดละ 0.5 1.0 1.5 2.0 และ 2.5 กรัม ตามลำดับ (หรือคิดเป็นร้อยละ 0.83 1.67 2.50 3.33 และ 4.17 ตามลำดับ) (สูตรอาหาร CM; *C. militaris* medium จำนวน 5 สูตร ได้แก่ CM11 CM12 CM13 CM14 และ CM15) และสูตรที่มีการเติมน้ำมะพร้าวอ่อนและน้ำมะพร้าวแก่โดยใช้น้ำมะพร้าวจากมะพร้าวสายพันธุ์มะพร้าวกะทิ โดยสูตรที่มีการเติมน้ำมะพร้าวอ่อนได้จากมะพร้าวที่มีลักษณะเนื้อมะพร้าวอ่อนนุ่มคล้ายวุ้น อายุมะพร้าวไม่เกิน 6 สัปดาห์ จำนวน 5 สูตร (CM21 CM22 CM23 CM24 และ CM25) และสูตรที่มีการเติมน้ำมะพร้าวแก่จากมะพร้าวที่มีลักษณะเนื้อแข็ง อายุมะพร้าวที่ให้เนื้อแข็ง ช่วงอายุ 9–12 สัปดาห์ จำนวน 5 สูตร (CM31 CM32 CM33 CM34 และ CM35) โดยเติมน้ำมะพร้าวปริมาณขวดละ 5 10 15 20 และ 25 มิลลิลิตร ตามลำดับ (หรือคิดเป็นร้อยละ 8.33 16.67 25 33.33 และ 41.67 ตามลำดับ) โดยลดปริมาณอาหารเหลวลง ให้มีปริมาณข้าวขาวดอกมะลิ กข 105 อาหารเหลว และ น้ำมะพร้าวในปริมาณรวม 60 กรัม ทุกขวด บริเวณฝาขวดเป็นฝาพลาสติกให้เจาะใส่สำลีเพื่อให้มีอากาศถ่ายเท นำขวดทดลองไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วปิเปตหัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองชนิดเหลวใส่ปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของวัสดุเพาะเห็ดสูตรต่าง ๆ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในห้องมืดโดยใช้พลาสติกสีดำปิดส่วนกระจกใสของฝาประตูตู้บ่มจนกระทั่งเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองเดินเต็มขวดจนถึงด้านล่างของก้นขวด แล้วนำมาบ่มต่อที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เพื่อกระตุ้นการเกิดดอกโดยการให้แสง โดยใช้พลาสติกดำปิดที่ด้านหน้ากระจก เพื่อให้แสงมีความเข้มข้นมากพอ ทำการบ่มเป็นระยะเวลา 90 วัน บันทึกผลการทดลอง ได้แก่ จำนวนก้านดอก (ใช้วิธีนับจำนวนก้านดอกแต่ละก้าน) ความยาว (ใช้ไม้บรรทัดวัดจากก้านดอกส่วนฐานถึงปลายดอก โดยใช้หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร) น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง (ชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง โดยชั่งหน่วยเป็นกรัม) ทำการอบด้วยตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Termaks รุ่น TS8000 ประเทศตุรกี ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง ดัดแปลงจาก Gregori (2014)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลทางสถิติสำหรับการทดสอบทางกายภาพและเคมี ทำการทดลองตัวอย่างละจำนวน 3 ซ้ำ (n=3) ข้อมูลแสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อน (Standard deviation) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองบนจานเพาะเชื้ออาหารแข็งจำนวน 8 สูตร พบว่า สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทองสูตรที่เหมาะสมที่สุดคือ สูตรที่ 6 โดยให้ขนาดเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีมากที่สุด (รูปที่ 1) เป็นสูตรอาหารที่มีไข่ไก่ผสมกับน้ำมะพร้าวอ่อนปริมาตร 5 มิลลิลิตร โดยให้ขนาดความกว้างเฉลี่ยของโคโลนีมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 4.73±0.32 เซนติเมตร แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรอื่น ๆ ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือสูตรที่ 7 ซึ่งมีการเติมดักแด้ไข่ไก่ และน้ำมะพร้าวอ่อน การเพิ่มดักแด้ในปริมาณ 3 กรัมในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง ไม่มีผลทำให้ความกว้างของโคโลนีเห็ดถั่งเช่าสีทองเพิ่มขึ้น และพบว่า ในสูตรที่ 3 ถึงสูตรที่ 8 ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเห็ดถั่งเช่าสีทองมากกว่าสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) ซึ่งในสูตรควบคุมซึ่งเป็นอาหารสำเร็จรูป PDA ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองน้อยที่สุด (3.40±0.02 เซนติเมตร) จะเห็นได้ว่า การใช้น้ำมะพร้าวจะช่วยให้การเจริญของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองดีกว่าสูตรอื่น ๆ ที่ไม่มีน้ำมะพร้าว แต่การเพิ่มปริมาณน้ำมะพร้าวเป็น 10 มิลลิลิตร ไม่มีผลทำให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเห็ดถั่งเช่าสีทองเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีองค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ น้ำตาลที่ละลายได้ วิตามินซี วิตามินบี ได้แก่ นิโคตินิกแอซิด และแพนโทนิกแอซิด แร่ธาตุ เช่น โปแตสเซียม คลอไรด์ และเหล็ก เป็นต้น และยังมีกรดอะมิโน เช่น อะลานิน อาร์จินิน ซิสเตอิน และเซอรีน (Prades et al., 2012) ซึ่งนับว่าเป็นสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราภา และคณะ (2564) ซึ่งรายงานว่า การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารเหลวสูตรพื้นฐานคือ PDB (Potato Dextrose Broth) ทำให้ได้ผลผลิตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองน้อยที่สุดให้น้ำหนักแห้งเส้นใย 1.79 กรัม/150 มิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ทำการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารชนิดอื่นที่มีส่วนประกอบจากวัสดุทางการเกษตร โดยพบว่า การใช้ข้าวโพดเป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงเชื้อแบบเหลวให้น้ำหนักแห้งของเส้นใยสูงที่สุด 2.48 กรัม/150 มิลลิลิตร แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้การใช้ส่วนผสมอื่น ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวฟ่าง และเมล็ดลูกเดือยก็ให้ผลผลิตของเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองสูงกว่าสูตรควบคุมเช่นเดียวกัน และยังสอดคล้องกับรายงานของ Xie et al. (2009) ซึ่งพบว่า การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองบนวัสดุเพาะเลี้ยงทางการเกษตร เช่น ข้าวกล้อง ข้าวมอลต์ และถั่วเหลือง เป็นแหล่งของสารอาหารดีกว่าการใช้สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อทางการค้าที่ทราบส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอน (Chemically defined medium) มีการใช้กากของเมล็ดพืชที่เหลือจากการหมักเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ปริมาณต่างกันผสมกับข้าวไรย์ พบว่า การใช้กากที่เหลือทิ้งจากการหมักแอลกอฮอล์ 50 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณสารสำคัญคอร์ดีเซปินสูงสุด แสดงให้เห็นว่า การใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสามารถนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง และเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้ (Gregori, 2014)



รูปที่ 1 ตัวอย่างของการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองบนจานเพาะเชื้ออาหารแข็ง

ตารางที่ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเห็ดถั่งเช่าสีทองเลี้ยงบนจานเพาะเชื้ออาหารแข็ง

ชนิดของสูตรอาหาร	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (เซนติเมตร)
สูตรที่ 1 อาหารสำเร็จรูป PDA (สูตรควบคุม)	3.40±0.20[d]
สูตรที่ 2 อาหารสูตรดักแด้	3.46±0.86[d]
สูตรที่ 3 อาหารสูตรไข่ไก่	4.40±0.42[b]
สูตรที่ 4 อาหารสูตรดักแด้ + ไข่ไก่	3.56±0.45[d]
สูตรที่ 5 อาหารสูตรดักแด้ + น้ำมะพร้าวอ่อน (5 มล.)	4.07±0.47[c]
สูตรที่ 6 อาหารสูตรไข่ไก่ + น้ำมะพร้าวอ่อน (5 มล.)	4.73±0.32[a]
สูตรที่ 7 อาหารสูตรดักแด้ + ไข่ไก่ + น้ำมะพร้าวอ่อน (5 มล.)	4.50±0.26[b]
สูตรที่ 8 อาหารสูตรดักแด้ + ไข่ไก่ + น้ำมะพร้าวอ่อน (10 มล.)	4.09±0.86[c]

หมายเหตุ: ค่าฉลี่ย±S.D. และอักษร a-d กำกับในแนวตั้งแตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองสูตรอาหารแข็ง และเติมแกลบในสูตรอาหารปริมาณ 0.5–2.5 กรัม ทำการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 90 วัน ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า ให้จำนวนก้านดอกมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 15.33–17.67 ก้านต่อขวด แสดงให้เห็นว่า การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถใช้แกลบเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารแข็งในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองได้ ซึ่งสอดคล้องกับการใช้วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรอื่น ๆ ได้แก่ เส้นใยจากปาล์ม แกลบ และขี้เลื่อยในการเพาะเลี้ยงเห็ดฟาง ให้ความกว้างของดอกเห็ดเท่ากับ 3 4 และ 3 เซนติเมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การใช้แกลบและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมีประสิทธิภาพเป็นแหล่งอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดได้ (Ukoima et al., 2009) และเช่นเดียวกับการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมโดยใช้ขี้เลื่อยและแกลบอัตราส่วน 3:1 ซึ่งให้ปริมาณดอกเห็ดมากกว่าการเพาะเลี้ยงเห็ดด้วยฟางข้าว ฟางข้าวสาลี ซังข้าวโพด และชานอ้อย มีค่าเท่ากับ 21.20 12.20 13.60 8.80 และ 12.00 ก้านต่อแพ็ค ตามลำดับ และให้น้ำหนักต่อก้านโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.39 กรัม ซึ่งมากกว่าการใช้วัตถุดิบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Akter et al., 2022) ส่วนความยาวของดอกเห็ดมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.64–7.19 เซนติเมตร น้ำหนักสดมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 8.17–10.12 กรัมต่อขวด และน้ำหนักแห้งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.67–2.14 กรัมต่อขวด การใช้แกลบเป็นวัสดุเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในทุกสูตรให้จำนวนก้านดอก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันในด้านความยาวของดอกเห็ด การเพิ่มปริมาณแกลบจะทำให้มีความยาวของเห็ดถั่งเช่าสีทองเพิ่มขึ้น ในสูตร CM 13 ที่มีการเติมแกลบในปริมาณ 1.5 กรัม ให้ความยาวของก้านดอกสูงที่สุด (รูปที่ 2) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับการเติมแกลบในปริมาณ 0.5 และ 1.0 กรัม ($p \leq 0.05$) แสดงการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองสูตร CM13 ที่ระยะเวลาต่างกัน จะเห็นได้ว่า ในช่วงระยะเวลา 1 เดือน เส้นใยเห็ดมีการเจริญแผ่ลามเต็มขวดเป็นสีขาว เมื่อเวลาผ่านไป 50 วัน เส้นใยมีการเจริญเพิ่มมากขึ้นและเปลี่ยนเป็นสีส้ม มีการเจริญของเส้นใยยืดยาวขึ้นเมื่อผ่านการเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 90 วัน นอกจากนี้ยัง พบว่า การใช้ปริมาณแกลบตั้งแต่ 2.0–2.5 กรัมต่อขวด จะทำให้ความยาวของก้านดอกเห็ดลดลงไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 แต่จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ในสูตร CM11 ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนก้านดอกและมีความยาวของดอกน้อยกว่าสูตรอื่น แต่ให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในปริมาณที่มากกว่าสูตรอื่น ๆ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า ก้านดอกที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอวบใหญ่ที่ใกล้ฐานของดอกมากกว่าสูตรอื่น ๆ จึงทำให้เห็ดมีน้ำหนักมากกว่าถึงแม้ว่าจะมีความยาวของก้านดอกน้อยกว่า จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเติมแกลบเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า สีทอง มีผลให้จำนวนก้านของดอกเห็ดถั่งเช่าสีทองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) รวมทั้งด้านน้ำหนักของเห็ด แต่ให้ความยาวของดอกเห็ดเพิ่มขึ้นมากกว่าการเติมแกลบในปริมาณเล็กน้อย อาจเป็นเพราะในองค์ประกอบของแกลบมีโปรตีน (7.8 เปอร์เซ็นต์) และเถ้า (18.8 เปอร์เซ็นต์) (Iruoma and Nduka, 2013) ซึ่งเป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าแกลบมีธาตุอาหารที่สมบูรณ์ ที่สามารถใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงเห็ดได้ (Oei, 1996) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Frimpong-Manso et al. (2011) ที่ทำการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมโดยใช้อัตราส่วนระหว่างขี้เลื่อยและแกลบแตกต่างกัน พบว่า ในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงที่มีการเติมแกลบอัตราร้อยละ 100 ทำให้การเจริญของเส้นใยเห็ดมากกว่าสูตรควบคุม ส่วนการใช้แกลบในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมในสูตรเพาะเลี้ยงสำหรับการสร้างดอกเห็ดที่มีการเติมแกลบในปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณผลผลิตมากที่สุดเป็น 226.1 กรัม ในขณะที่สูตรควบคุมซึ่งไม่เติม

แกลบให้ปริมาณผลผลิต 204.6 กรัม แสดงให้เห็นว่า สามารถนำแกลบมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดได้ เช่นเดียวกับการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมโดยใช้แกลบผสมกับข้าวฟ่าง ให้อัตราการเจริญของเส้นใย 11.07 มิลลิเมตรต่อวัน ซึ่งมากกว่าการเพาะเลี้ยงโดยใช้ข้าวฟ่างเพียงอย่างเดียว (8.11 มิลลิเมตรต่อวัน) และยังพบว่าการสร้างดอกเห็ดบนอาหารเพาะเลี้ยงที่มีขี้เลื่อยและแกลบยังให้ผลผลิตได้สูงกว่าการใช้ขี้เลื่อยผสมกับฟางข้าวและขี้เลื่อยผสมกับซังข้าวโพดหรืออาหารเพาะเลี้ยงที่มีขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียว (Thongklang and Luangharn, 2016) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Obodai et al. (2003) ได้ศึกษาการใช้แกลบในการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม พบว่าสามารถให้เส้นใยเห็ดมีการเจริญ 5.65 เซนติเมตรต่อสัปดาห์ ซึ่งมากกว่าการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่น ๆ

ตารางที่ 3 ผลการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารที่มีแกลบปริมาณต่างกัน

สูตร (กรัม)	จำนวนก้านดอก (ก้าน)^{ns}	ความยาว (ซม.)	น้ำหนักสด (กรัม)^{ns}	น้ำหนักแห้ง (กรัม)^{ns}
CM11 (0.5)	15.67±6.81	2.64±0.27^{c}	10.12±1.03	2.14±0.24
CM12 (1.0)	17.67±4.51	5.72±1.18^{b}	8.56±0.80	1.73±0.15
CM13 (1.5)	15.33±7.09	7.19±0.84^{a}	8.17±0.54	1.67±0.12
CM14 (2.0)	17.67±6.66	6.86±0.56^{ab}	9.37±1.66	1.81±0.57
CM15 (2.5)	17.33±6.66	6.82±0.20^{ab}	10.00±0.88	1.90±0.16

หมายเหตุ: ค่าฉลี่ย±S.D. และอักษร a–c กำกับในแนวตั้งที่แตกต่างก้น แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยนี้แตกต่างจากงานวิจัยของอุไรลักษณ์ และคณะ (2564) ที่ได้เพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) โดยการใช้ข้าวขาวหอมมะลิ 105 ปริมาณ 50 กรัม และดักแด้ไหม 30 กรัม หลังจากเลี้ยงที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ให้แสงเต็มที่เป็นเวลา 90 วัน ได้ผลผลิตของดอกเห็ดและน้ำหนักแห้งเป็น 82 ดอกต่อขวด และ 4.29 กรัมต่อขวด ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าการใช้แกลบในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในงานวิจัยนี้คิดเป็น 4.6 เท่า และ 2 เท่าตามลำดับ อาจเนื่องจากการใช้ข้าวในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง มีส่วนประกอบหลักที่เป็นสารอาหารสำหรับเห็ดคือมีคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนในปริมาณร้อยละ 77-89 และ 6.3-7.1 ตามลำดับ ในขณะที่ในแกลบมีส่วนประกอบดังกล่าวร้อยละ 22-34 และ 2.0-2.8 ตามลำดับ (Juliano and Tuaño, 2019) การใช้ข้าวจึงทำให้เห็ดเจริญเติบโตได้ดีกว่า และเนื่องจากแกลบเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มักมีส่วนประกอบจำพวกลิกโนเซลลูโลสค่อนข้างมาก ซึ่งย่อยสลายได้ค่อนข้างยาก แต่เห็ดก็สามารถปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายส่วนประกอบนี้ได้ (Tan and Wahab, 1997; Bonatti et al., 2004) ซึ่งต้องใช้เวลาในการย่อยสลาย จึงมีผลให้การย่อยสลายสารอาหารในแกลบค่อนข้างช้ากว่าการใช้เมล็ดข้าวเป็นแหล่งของสารอาหาร

(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 2 การเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองในขวดที่ระยะเวลาต่างกัน (ก) 30 วัน (ข) 50 วัน และ (ค) 90 วัน ของตัวอย่างอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร CM13 ใช้แกลบ 1.5 กรัมต่อขวด จำนวน 5 ซ้ำ

จากตารางที่ 4 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่มีการเติมน้ำมะพร้าวอ่อนและน้ำมะพร้าวแก่ในสูตรอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง พบว่า การใช้น้ำมะพร้าวแก่มีแนวโน้มให้การเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองในทุก ๆ ด้านมากกว่าการใช้น้ำมะพร้าวอ่อน ได้แก่ จำนวนก้านดอก ความยาว น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้น้ำมะพร้าวอ่อนให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนก้านดอกระหว่าง 10.67–16.00 ก้าน ความยาวเฉลี่ย 5.22–6.48 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 7.71–10.44 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.30–2.19 กรัม ส่วนน้ำมะพร้าวแก่ให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนก้านดอก 14.33–19.67 ก้าน ความยาวเฉลี่ย 6.05–6.98 เซนติเมตร น้ำหนักสดเฉลี่ย 9.69–15.47 กรัม และน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 1.93–2.97 กรัม โดยพบว่า การใช้น้ำมะพร้าวแก่ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองปริมาณ 20 (CM34) และ 25 (CM35) มิลลิลิตร (รูปที่ 3) ให้น้ำหนักสดเฉลี่ยของเห็ดถั่งเช่าสีทองมากกว่าสูตรอื่น ๆ มีค่าเท่ากับ 15.16 และ 15.47 กรัม ตามลำดับ และมีความแตกต่างจากสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากในน้ำมะพร้าวแก่มีปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ทั้งหมดสูงกว่าปริมาณน้ำตาลที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำมะพร้าวอ่อน และมีปริมาณของแร่ธาตุที่แตกต่างกันอย่างมาก โดยในน้ำมะพร้าวแก่จะมีปริมาณของโปแตสเซียม คลอไรด์ เหล็ก และซัลเฟอร์ มากกว่าในน้ำมะพร้าวอ่อน (Prades, et al., 2012) ซึ่งอาจจะเหมาะต่อการเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Shashidhar et al. (2017) ได้ทำการทดลองใช้น้ำมะพร้าวอ่อนและน้ำมะพร้าวแก่ ปริมาณ 10 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าธิเบตสายพันธุ์ *Ophiocordyceps sinensis* CS1197 โดยใช้หัวเชื้อ 10 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิในการเพาะเลี้ยง 28 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 14 วัน โดยพบว่า น้ำมะพร้าวอ่อนและน้ำมะพร้าวแก่ให้น้ำหนักของเห็ดเพิ่มขึ้น 2.2 และ 2.5 เท่า และส่งผลให้มีการสร้างสารสำคัญต่าง ๆ เพิ่มมากกว่าสูตรควบคุม และพบว่าการเติมน้ำมะพร้าวแก่มีผลทำให้สารสกัดจากไมซีเลียมของเห็ดถั่งเช่าธิเบตมีค่าของสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น และได้สารชีวภาพที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้น้ำมะพร้าวอ่อน ซึ่งสารสกัดที่ได้มีศักยภาพที่จะนำไปใช้เป็นส่วนผสมของยาในทางเภสัชวิทยา และสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Jacob et al. (2015) ซึ่งได้ทำการเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม 3 สายพันธุ์ ได้แก่ *P. citrinopileatus, P. djamor* และ *P. salmoneostramineus* โดยการผสมน้ำมะพร้าวแก่และน้ำมะพร้าวอ่อนในอาหารแข็งสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่า การใช้น้ำมะพร้าวแก่ผสมลงในอาหารแข็ง ทำให้เส้นใยเห็ดนางรมทุกสายพันธุ์มีการเจริญมากกว่าการเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งที่มีการเติมน้ำมะพร้าวอ่อน ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่า การใช้น้ำมะพร้าวแก่ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถช่วยเพิ่มศักยภาพในด้านการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองได้ดีกว่าการใช้น้ำมะพร้าวอ่อนในสูตรอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง อาจเนื่องมาจากองค์ประกอบในน้ำมะพร้าวที่แตกต่างกัน น้ำมะพร้าวแก่มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงถึง 92 เปอร์เซ็นต์ มีกรดอะมิโนและโพแทสเซียมสูงกว่าน้ำมะพร้าวอ่อน และในน้ำมะพร้าวอ่อนมีกลูโคสและฟรุกโตสในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งไม่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงเส้นใยของเห็ด (Santoso et al., 1996) ส่วนการอบแห้งเห็ดถั่งเช่าสีทองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 18 ชั่วโมง ทำให้ได้ลักษณะเห็ดที่ยังคงมีสีส้มคล้ายเห็ดสด (รูปที่ 4) จากการอบแห้งในสภาวะดังกล่าว พบว่า เห็ดมีความชื้นเฉลี่ยระหว่าง 78.83–87.62 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

ตารางที่ 4 ผลของการเจริญเติบโตของเห็ดถั่งเช่าสีทองในสูตรอาหารที่มีน้ำมะพร้าวอ่อนและน้ำมะพร้าวแก่

สูตร (มิลลิลิตร)	จำนวนก้านดอก (ก้าน)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
น้ำมะพร้าวอ่อน				
CM21 (5)	16.00±6.56^{ab}	6.48±0.37^{ab}	9.36±1.94^{bc}	1.94±0.38^{bc}
CM22 (10)	10.67±2.31^{b}	6.01±0.46a^{b}	7.71±1.40^{c}	1.57±0.23^{cd}
CM23 (15)	14.67±6.43^{ab}	6.27±0.27^{ab}	8.58±2.24^{c}	1.30±0.18^{d}
CM24 (20)	15.00±3.61^{ab}	5.22±0.50^{b}	9.73±0.62^{bc}	1.93±0.10^{bc}
CM25 (25)	15.67±3.51^{ab}	5.66±0.30^{ab}	10.44±0.71^{bc}	2.19±0.13^{b}
น้ำมะพร้าวแก่				
CM31 (5)	15.33±5.77^{ab}	6.38±0.43^{ab}	9.69±0.82^{bc}	1.93±0.10^{bc}
CM32 (10)	14.33±2.31^{ab}	6.05±0.70^{ab}	10.85±1.70^{bc}	2.16±0.33^{b}
CM33 (15)	16.00±5.57^{ab}	6.74±1.70^{a}	12.02±2.95^{b}	2.28±0.46^{b}
CM34 (20)	19.67±2.08^{a}	6.93±0.95^{a}	15.16±1.64^{a}	2.81±0.27^{a}
CM35 (25)	19.33±1.53^{a}	6.98±0.49^{a}	15.47±1.29^{a}	2.97±0.27^{a}

หมายเหตุ: ค่าฉลี่ย±S.D. และอักษร a-d กำกับในแนวตั้งที่แตกต่างกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

(ก) (ข)

รูปที่ 3 การเจริญของเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระยะเวลา 90 วัน ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำมะพร้าวแก่ (ก) 20 มิลลิลิตร (CM34) และ (ข) 25 มิลลิลิตร (CM35)

รูปที่ 4 ตัวอย่างเห็ดถั่งเช่าสีทองอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 18 ชั่วโมง

บทสรุป

การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองบนจานเพาะเชื้ออาหารแข็งที่ผสมไข่ไก่และน้ำมะพร้าว ทำให้เห็ดถั่งเช่าสีทองเจริญเติบโตได้มากที่สุด โดยมีการเจริญของเส้นใยมากกว่าสูตรอาหารสำเร็จรูป (PDA) 28.11 เปอร์เซ็นต์ การเสริมดักแด้หรือไข่ไก่ในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองมีศักยภาพให้เห็ดถั่งเช่าสีทองมีการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ไม่แตกต่างทางสถิติจากสูตรอาหารสำเร็จรูป จึงสามารถใช้ทดแทนอาหารสำเร็จรูปได้ การใช้แกลบซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทองในขวด ส่งผลให้ความยาวของดอกเห็ดเพิ่มมากขึ้นเมื่อเติมในปริมาณร้อยละ 2.50–4.17 ส่วนการเติมน้ำมะพร้าวแก่ส่งผลให้มีแนวโน้มในการเจริญมากกว่าการใช้น้ำมะพร้าวอ่อนทั้งจำนวนก้านดอก ความยาว และน้ำหนักของดอกเห็ด ดังนั้นการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยการใช้แกลบและน้ำมะพร้าว ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร จึงมีความเป็นไปได้และเป็นการลดต้นทุนจากการใช้อาหารสำเร็จรูปซึ่งมีราคาแพง นับได้ว่าเป็นการนำส่วนเหลือจากการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตร สำหรับข้อแนะนำในการศึกษาเพิ่มเติมคือ การศึกษาสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง ได้แก่ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการบ่ม ระยะเวลาการให้แสง และอัตราการให้อากาศ ชนิดของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรอื่น ๆ ในการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่าสีทอง และการศึกษาปริมาณสารสำคัญคือ สารคอร์ดีเซปิน สารต้านอนุมูลอิสระ และสารสำคัญชนิดอื่นที่เกิดขึ้นในแต่ละสภาวะของการทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ดที่ให้ความอนุเคราะห์หัวเชื้อเห็ดถั่งเช่าสีทอง และขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ที่ได้สนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ตลอดจนเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ สารเคมี และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จิราภา เฉียงพิมาย, เดือนเพ็ญ วงค์สอน, ภาวรินทร์ เพิ่มขุนทด และนิตยา ปิติวิทยากุล. (2564). ผลของเมล็ดธัญพืชต่อการสร้างเส้นใยและการสร้างดอกเห็ดถั่งเช่าสีทอง. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 12 “วิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจวิถีใหม่” 16-17 กันยายน 2564. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์. F609-F615.

ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา, พีระศักดิ์ ฉายประสาท และบุญส่ง แสงอ่อน. (2559). ผลของสูตรอาหารเทียมต่อการเกิดดอกและการผลิตสารสำคัญทางยาของเห็ดถั่งเช่าสีทอง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3(ฉบับพิเศษ III): 34-46.

แพททริค เทรล์. (2566). แกลบ ประโยชน์ 10 ประการเพื่อการเกษตร. ค้นเมื่อ 22 ตุลาคม 2566. https://www.echocommunity.org/th/ resources/9f9bcb3a-ed2e-4209-bf90-38a759ff3340.

ศิวเรศ อารีกิจ. (2564). สายพันธุ์มะพร้าวไทย. บรรยายในงานมหกรรมในหลวงรักเรา ภูมิพลังแผ่นดิน. วันที่ 4 ธันวาคม 2564. ม.ป.ท. 1-6.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2566). สถานการ์การผลิตและการตลาดรายสัปดาห์. ค้นเมื่อ 22 ตุลาคม 2566. https://www.oae.go.th/view/1/TH-TH.

อุไรลักษณ์ พงษ์เกษ, นิภาวรรณ์ จิตโสภากุล, อรลัดา เจือจันทร์ และหยาดนภา เจนรอบ. (2564). ผลของชนิดและพันธุ์ข้าวพื้นเมืองสุรินทร์ต่อผลผลิตเห็ดถั่งเช่าสีทอง. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 12 “วิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจวิถีใหม่” 16-17 กันยายน 2564. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์. F861-F867.

Akter M., Halawani R.F., Aloufi F.A., Taleb M.A., Akter S. and Mahmood S. (2022). Utilization of agro-industrial wastes for the production of quality oyster mushrooms. Sustainability. 14(2): 1-10.

Baysal E., Peker H., Yalinkiliç M.K. and Temiz A. (2003). Cultivation of oyster mushroom on wastepaper with some added supplementary materials. Bioresource Technology. 89(1): 95-97.

Bonatti M., Karnoppa P., Soaresb H.M. and Furlana S.A. (2004). Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. Food Chemistry. 88: 425-428.

Fonseca A.M., Monte F.J.Q., Maria da Conceição F., de Mattos M.C., Cordell G.A., Braz-Filho R. and Lemos T.L. (2009). Coconut water (*Cocos nucifera* L.)-A new biocatalyst system for organic synthesis. Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic. 57(1-4): 78-82.

Frimpong-Manso J., Obodai M., Dzomeku M. and Apetorgbor M.M. (2011). Influence of rice husk on biological efficiency and nutrient content of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) Kummer. International Food Research Journal. 18: 249-254.

Gregori A. (2014). Cordycepin production by *Cordyceps militaris* cultivation on spent brewery grains. Acta Biological Slovenica. 57(2): 45-52.

Iruoma A.C. and Nduka D.E. (2013). Comparison of sawdust and rice husk as casing materials for *Pleurotus pulmonarius* propagation on cassava peel substrate. Agriculture and Biology Journal of North America. 4: 552-554.

Jacob J.K.S., Kalaw S.P. and Reyes R.G. (2015). Mycelial growth performance of three species of *Pleurotus* on coconut water gelatin. Current Research in Environmental & Applied Mycology. 5(3): 263-268.

Juliano B.O. and Tuaño A.P.P. (2019). Gross structure and composition of the rice grain. In *rice* (pp. 31-53). AACC International Press.

Kim Y.S., Lim J.M., Ku B., Cho H. and Choi J. (2021). Alteration in ginsenoside and cordycepin content by solid-state fermentation of red ginseng with *Cordyceps militaris*. Accessed 23 Oct. 2023. https://scite.ai/reports/10.17221/149/2020-cjfs.

Nguyen M.P. (2020). Synergistic effect of acoustic and vacuum drying to antioxidant attributes of *Cordyceps militaris*. Accessed 23 Oct. 2023. https://scite.ai/reports/10.9734/jpri/2020/v32i230399.

Obodai M., Cleland-Okine J. and Vowotor K.A. (2003). Comparative study on the growth and yield of *Pleurotus ostreatus* mushroom on different lignocellulosic by-products. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 30: 146-149.

Oei P. (1996). Mushroom cultivation with special emphasis on appropriate techniques for developing countries. Tool Publications. Leiden. The Netherlands. pp 155.

Osazuwa O.E. and Ahonkhai I. (1989). Coconut water as growth medium for micro-organisms. Nigerian Journal of Palms Oil Seeds. 10(11): 91-95.

Prades A., Dornier M., Diop N. and Pain J.P. (2012). Coconut water uses, composition and properties: a review. Fruits. 67(2): 87-107.

Pramith P. (1998). Oil separation from coconut water by microfiltration method. Rep. No. 62 17. National Food Research Institute. Tsukuba Ibaraki Japan.

Santoso U., Kubo K., Ota T., Tadokoro T. and Maekawa A. (1996). Nutrient composition of kopyor coconuts (*Cocos nucifera* L.). Food chemistry. 57(2): 299-304.

Shashidhar G.M., Kumar S.S., Giridhar P. and Manohar B. (2017). Antioxidant and cholesterol esterase inhibitory properties of supplementation with coconut water in submerged cultivation of the medicinal Chinese caterpillar mushroom, *Ophiocordyceps sinensis* CS1197 (Ascomycetes). International Journal of Medicinal Mushrooms. 19(4): 337-345.

Takahashi J.A., Barbosa B.V.R., Martins B.D.A., Guirlanda C.P. and Moura M.A.F.E. (2020). Use of the versatility of fungal metabolism to meet modern demands for healthy aging, functional foods, and sustainability. Accessed 23 Oct. 2023. https://scite.ai/reports/10.3390/jof6040223.

Tan Y.H. and Wahab M.N. (1997). Extracellular enzyme production during anamorphic growth in the edible mushroom, *Pleurotus sajor-caju*. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 13: 613-617.

Thongklang N. and Luangharn T. (2016). Testing agricultural wastes for the production of *Pleurotus ostreatus*. Mycosphere. 7(6): 766-772.

Ukoima H.N., Ogbonnaya L.O., Arikpo G.E. and Ikpe F.N. (2009). Cultivation of mushroom (*Volvariella volvacea*) on various farm wastes in obubra local government of cross river state, Nigeria. Pakistan Journal of Nutrition. 8(7): 1059-1061.

Walter E.H.M., Nascimento M.S. and Kuaye A.Y. (2009). Efficacy of sodium hypochlorite and peracetic acid in sanitizing green coconuts. Letters in Applied Microbiology. 49: 366-371.

Wazir S.K.S. (1997). Technologies on environment–friendly young tender coconuts. in Proceeding COCOTECH Meeting. Asia-Pacific Coconut Community. Manila. Philippines.

Xie C.Y., Gu Z.X. and Fan G.J. (2009). Production of cordycepin and mycelia by submerged fermentation of *Cordyceps militaris* in mixture natural culture. Applied Biochemistry and Biotechnology. 158: 483-492.