



การเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris* (L.) Link) ด้วยไข่ดิบและไข่สุกจากสัตว์ปีก

The Culture of *Cordyceps militaris* (L.) Link with Raw Egg and Hard-Boiled Egg from Poultry

รัฐพล ศรประเสริฐ* และ กิตติพล กสิภาร

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding Author, E-mail: Sornprasert_r@hotmail.com

บทคัดย่อ

การเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris* (L.) Link) ด้วยไข่ปริมาณ 70 มิลลิลิตรต่อขวด จำนวนสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ 6 สูตร (สูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่นกกระทาดิบ สูตรไข่นกกระทาสุก สูตรไข่เป็ดดิบ และสูตรไข่เป็ดสุก) นำไปผสมอาหารเสริม ปริมาตร 4.00 มิลลิลิตรต่อขวด (KH_2PO_4 1.00, glucose 15.00, MgSO_4 0.50, peptone 10.00, thiamine 0.50 และ yeast extract 10.00 กรัมต่อน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร) จากนั้นทำการเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าเส้นใยสามารถเจริญได้ในทุกสูตรอาหาร โดยในสูตรไข่เป็ดสุกมีอายุการเจริญเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อเร็วที่สุดเมื่ออายุเฉลี่ย 4.80 วัน เส้นใยมีการเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลืองปนส้มเกิดหยดของเหลวสีเหลือง เส้นใยหนาแน่นมากเมื่ออายุ 30 วัน มีอายุการพัฒนาของเส้นใยเป็นตุ่มดอกเมื่ออายุเฉลี่ย 22.60 วัน มีการพัฒนาของตุ่มดอกเป็น stroma เมื่ออายุเฉลี่ย 26.40 วัน stroma เมื่ออายุ 60 วัน พบว่ามีสีส้ม รูปร่างกระบอก มี stroma จำนวนเฉลี่ย 39.20 ดอก มีความยาวเฉลี่ย 4.62 เซนติเมตร มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 18.14 กรัม และมีสาร cordycepin เท่ากับ 2,857.11 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง

ABSTRACT

The culture of *Cordyceps militaris* (L.) Link on 70 ml per bottle of the egg with six culture media formulas (the raw hen eggs, hard-boiled hen eggs, raw hen quail eggs, hard-boiled quail eggs, raw duck eggs and hard-boiled ducked eggs) were mixed with 4.00 ml of supplementary foods per bottle (KH_2PO_4 1.00, glucose 15.00, MgSO_4 0.50, peptone 10.00, thiamine 0.50 and yeast Extract 10.00 g per 1,000 ml of the distilled water), then cultivated the cultures for 60 days. The results found the mycelia were growth in every culture media formulas, especially the hard-boiled ducked egg formula found the fastest time for the mycelia fully covered on the culture medium with 4.80 days. The mycelia were change the color from white to yellow-orange and found the exudates, the mycelia were dense in 30 days and the time for the mycelia were develop to the primordium in 22.60 days. The develop time from the primordium to the stroma was 26.40 days. At 60 days, the stroma were found orange color with clavate shape with the average 39.20, the average length of 4.62 cm, the average fresh weight of 18.14 g and cordycepin 2,857.11 mg/100 g dry weight.

อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 สูตร คือสูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่ผงกระทาดิบ และสูตรไข่เปิดดิบ 2) การเตรียมสูตรไข่สุก: เตรียมไข่เช่นเดียวกับข้อ 1) นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที จะได้อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 สูตร คือ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่ผงกระทาดิบ และสูตรไข่เปิดสุก

1.3 การถ่ายเชื้อและการบ่มเชื้อ

นำขวดเลี้ยงเชื้อจากข้อ 1.2 ถ่ายหัวเชื้อเหลว ปริมาตร 2 มิลลิลิตรต่อขวด ด้วยปิเปตปลอดเชื้อบ่มที่ 20 องศาเซลเซียส ในที่มืด เมื่อเส้นใยเจริญเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อ ให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อให้เส้นใยพัฒนาเป็น stroma

1.4 การตรวจและการบันทึกผลการทดลอง

อายุการเจริญของเส้นใยเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อ การเปลี่ยนสีของเส้นใย ความหนาแน่นของเส้นใย การเกิด exudate อายุการพัฒนาของเส้นใยเป็นตุ่มดอก และการพัฒนาของตุ่มดอกเป็น stroma โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) 6 สิ่งทดลอง ๆ ละ 5 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก stroma

นำ stroma อบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณสาร adenosine และ cordycepin ตามวิธีการของ Huang et al. (2009) ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (high performance liquid chromatography) รุ่น Waters 600 Controller ระบบฉีดสารอัตโนมัติแบบ Waters 717 Plus Autosampler ชนิดตัวตรวจวัด Waters 2996 Photodiode Array Detector ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร สภาวะในการวิเคราะห์ปริมาณสารใช้เฟสเคลื่อนที่ในอัตราส่วนของเมทานอลต่อน้ำ (15:85) อัตราการไหลที่ 1 มิลลิลิตร ต่อนาที ปริมาณสารที่ใช้ฉีด ตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร ใช้คอลัมน์ Phenomenex Luna C18(2) ขนาด 2.60×150.00 มิลลิเมตร สารมาตรฐาน adenosine และ cordycepin ของ Sigma-Aldrich

ผลการวิจัย

1. การเลี้ยงถึงเข้าสู่สีทองด้วยไข่ไก่ ไข่ผงกระทาดิบและไข่เปิด

การเลี้ยงถึงเข้าสู่สีทองด้วยไข่ เป็นระยะเวลา 60 วัน ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 1) ดังนี้

อายุการเจริญของเส้นใยเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเส้นใยที่เลี้ยงในสูตรไข่เปิดสุกมีอายุการเจริญเร็วที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่ผงกระทาดิบ สูตรไข่เปิดดิบ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่ผงกระทาดิบ และสูตรไข่ไก่ดิบ เมื่ออายุเฉลี่ย 4.80, 6.60, 6.60, 8.60, 8.80 และ 9.40 วัน ตามลำดับ

การเปลี่ยนสีของเส้นใยพบว่า เส้นใยเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลืองปนส้ม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเส้นใยที่เลี้ยงในสูตรไข่ผงกระทาดิบมีอายุการเปลี่ยนสีเร็วที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่เปิดสุก สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่เปิดดิบ สูตรไข่ผงกระทาดิบและสูตรไข่ไก่ดิบ เมื่ออายุเฉลี่ย 19.20, 19.40, 19.80, 28.20, 28.80 และ 32.00 วัน ตามลำดับ

ความหนาแน่นของเส้นใยเมื่ออายุ 30 วัน พบว่า เส้นใยหนาแน่นมาก (+++) เมื่อเลี้ยงในสูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่ผงกระทาดิบ สูตรไข่เปิดสุก และเส้นใยหนาแน่นปานกลาง (++) เมื่อเลี้ยงในสูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่ผงกระทาดิบ สูตรไข่เปิดดิบ

การเกิดหยดของเหลวสีเหลือง (exudate) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเส้นใยที่เลี้ยงในสูตรไข่ไก่สุกเกิดเร็วที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่เปิดสุก สูตรไข่ผงกระทาดิบ สูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่เปิดดิบ และสูตรไข่ผงกระทาดิบ เมื่ออายุเฉลี่ย 19.60, 20.80, 22.40, 23.60, 29.40 และ 30.20 วัน ตามลำดับ

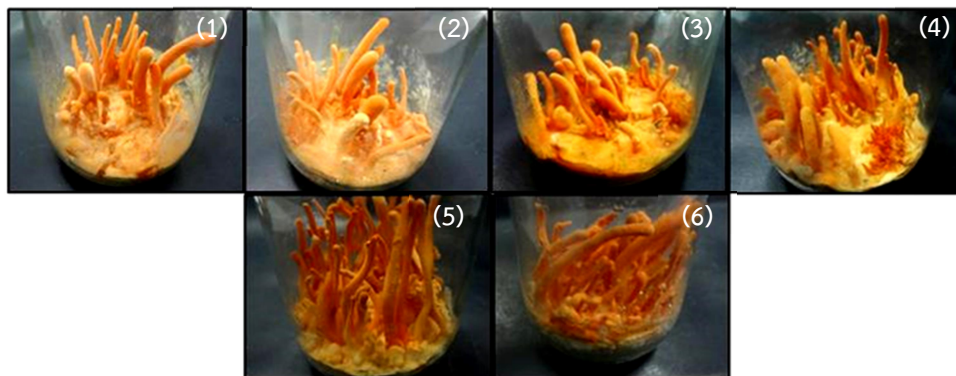
อายุการพัฒนาของเส้นใยเป็นตุ่มดอก เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเส้นใยที่เลี้ยงในสูตรไข่เปิดสุกมีอายุการพัฒนาเร็วที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่ผงกระทาดิบ สูตรไข่เปิดดิบ สูตรไข่ไก่ดิบ และสูตรไข่ผงกระทาดิบ เมื่ออายุเฉลี่ย 22.60, 22.80, 26.60, 30.60, 30.80 และ 34.20 วัน ตามลำดับ

การพัฒนาของตุ่มดอกเป็น stroma เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตุ่มดอกพัฒนาเป็น stroma ในสูตรไข่ไก่สุกเร็วที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่เปิดสุก สูตรไข่ผงกระทาดิบ สูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่เปิดดิบ และสูตรไข่ผงกระทาดิบ เมื่ออายุเฉลี่ย 26.20, 26.40, 31.20, 33.60, 33.60 และ 39.40 วัน ตามลำดับ ส่วน stroma เมื่ออายุ 60 วัน พบว่ามีสีส้มรูปร่างกระบอง และจำนวน stroma ในสูตรไข่เปิดสุกมากที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่ผงกระทาดิบ สูตรไข่

เปิดติบ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่เนกกระทาติบ และสูตรไข่ไก่ดิบ จำนวน 39.20, 33.20, 29.60, 27.60, 27.60 และ 24.10 ดอกตามลำดับ มีความยาว stroma ในสูตรไข่เปิดสุกมากที่สุด รองลงมาคือ สูตรไข่เปิดดิบ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่เนกกระทาสุก และสูตรไข่เนกกระทาติบ เท่ากับ 4.62, 4.48, 3.92, 3.80, 3.72 และ 3.40 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีน้ำหนักสด stroma ในสูตรไข่เปิดสุกมากที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่เปิดดิบ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่เนกกระทาสุก สูตรไข่เนกกระทาติบ และสูตรไข่ไก่ดิบ เท่ากับ 18.14, 12.92, 11.03, 10.79, 9.36 และ 9.24 กรัม ตามลำดับ (รูปที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของจำนวน ความยาวและน้ำหนักสด stroma พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก stroma

วิเคราะห์ปริมาณสาร adenosine และ cordycepin จาก stroma ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหาร 6 สูตรพบว่า stroma ที่เลี้ยงด้วยสูตรไข่ไก่ดิบและสูตรไข่ไก่สุกมี adenosine ในปริมาณ 121.34 และ 129.58 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มี cordycepin ในปริมาณ 1,120.45 และ 1,889.91 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ stroma ที่เลี้ยงด้วยสูตรไข่เนกกระทาติบและสูตรไข่เนกกระทาสุกมี adenosine ในปริมาณ 97.78 และ 219.23 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มี cordycepin ในปริมาณ 415.21 และ 649.89 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ และ stroma ที่เลี้ยงด้วยสูตรไข่เปิดดิบและสูตรไข่เปิดสุกมี adenosine ในปริมาณ 128.93 และ 110.78 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ มี cordycepin ในปริมาณ 2,722.87 และ 2,857.11 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2, รูปที่ 2)



รูปที่ 1 ลักษณะ stroma ของถั่งเช่าสีทองที่เลี้ยงในสูตรไข่ไก่ดิบ (1) สูตรไข่ไก่สุก (2) สูตรไข่เนกกระทาติบ (3) สูตรไข่เนกกระทาสุก (4) สูตรไข่เปิดดิบ (5) และสูตรไข่เปิดสุก (6) เมื่ออายุ 60 วัน

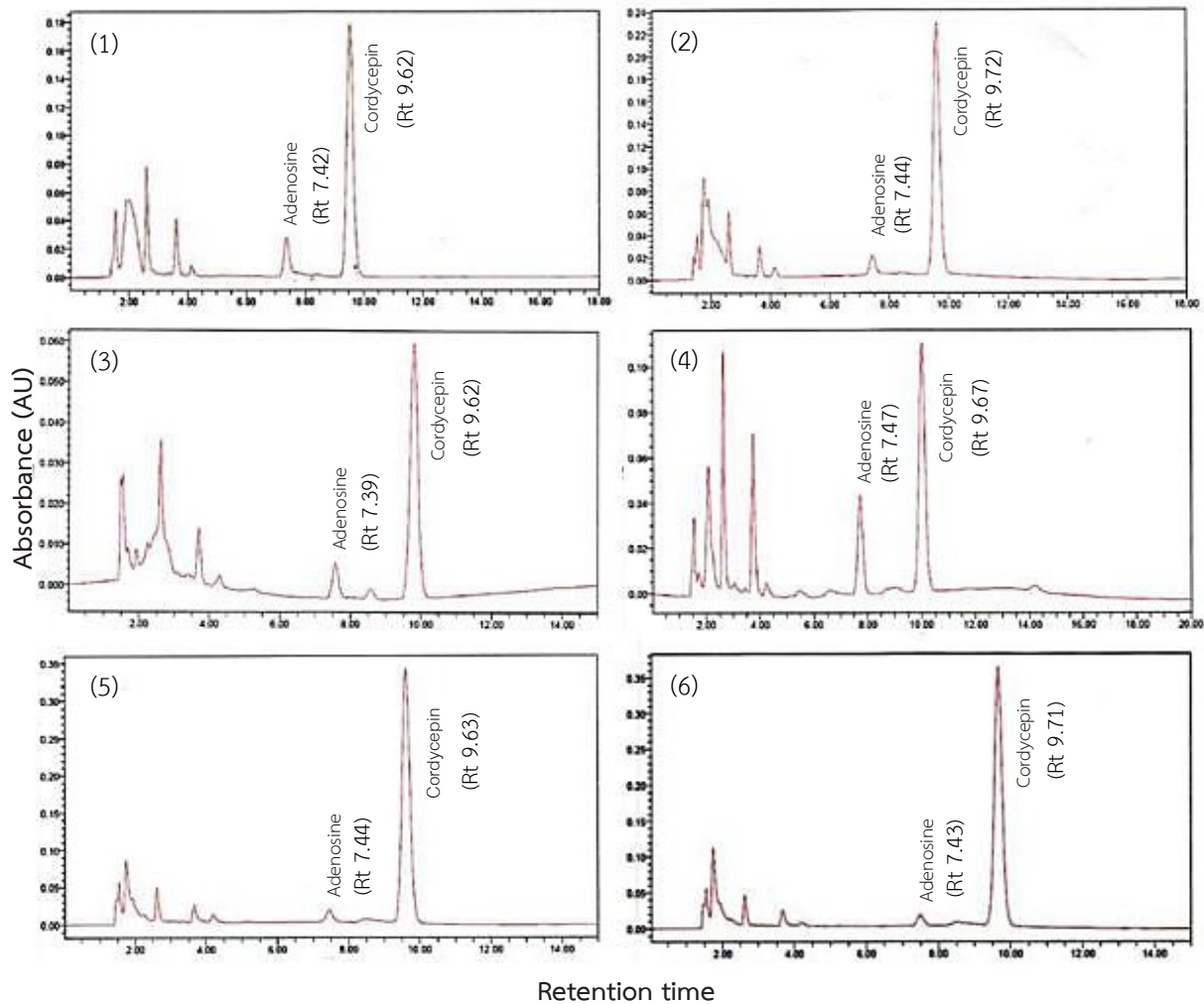
ตารางที่ 1 การเจริญของเส้นใย การพัฒนาของเส้นใยเป็นตุ่มดอก และการพัฒนาของตุ่มดอกเป็น stroma ของถั่วงาเลี้ยงด้วยสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ	เส้นใย*					เส้นใยเป็นตุ่มดอก* (วัน)	การพัฒนาของตุ่มดอกเป็น stroma*			
	เจริญเต็ม อาหารเลี้ยงเชื้อ (วัน)	การเปลี่ยนสี /อายุ(วัน)	ความหนาแน่น เมื่ออายุ 30 วัน	การเกิด exudate			อายุ (วัน)	เมื่ออายุ 60 วัน		
				ลักษณะ	อายุ (วัน)			จำนวน (ดอก)/ สี/รูปร่าง	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนักสด (กรัม)
ไข่ไก่ดิบ	9.40 ^ก	§/32.00 ^ก	++	¥	23.60 ^ก	30.80 ^ก	33.60 ^ก	24.10 ^ก /x/#	3.80 ^ก	9.24 ^ก
ไข่ไก่สุก	8.60 ^ก	§/19.80 ^ข	+++	¥	19.60 ^ข	22.80 ^ข	26.20 ^ข	27.60 ^{กข} /x/#	3.92 ^ก	11.03 ^ข
ไข่เนกกระทาดิบ	8.80 ^ก	§/28.80 ^ก	++	¥	22.40 ^{กข}	34.20 ^ก	39.40 ^ก	27.60 ^{กข} /x/#	3.40 ^ก	9.36 ^ก
ไข่เนกกระทาสุก	6.60 ^{กข}	§/19.20 ^ข	+++	¥	30.20 ^ค	26.60 ^ข	31.20 ^ก	33.20 ^ก /x/#	3.72 ^ก	10.79 ^ข
ไข่เป็ดดิบ	6.60 ^{กข}	§/28.20 ^ก	++	¥	29.40 ^ค	30.60 ^ก	33.60 ^ก	29.60 ^{กข} /x/#	4.48 ^ข	12.92 ^ค
ไข่เป็ดสุก	4.80 ^ข	§/19.40 ^ข	+++	¥	20.80 ^{กข}	22.60 ^ข	26.40 ^ข	39.20 ^ก /x/#	4.62 ^ข	18.14 ^ข

หมายเหตุ: § = สีขาวเป็นสีเหลืองปนส้ม, + = เส้นใยน้อย, ++ = เส้นใยปานกลาง, +++ = เส้นใยมาก, ¥ = หยอดของเหลวสีเหลือง, x = สีส้ม, # = กระจบอง, * = ค่าเฉลี่ยจำนวน 5 ซ้ำ และตัวอักษรที่กำกับอยู่บนค่าเฉลี่ยในแนวดังที่แตกต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก stroma ของถั่วงาเลี้ยงด้วยสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่ออายุ 60 วัน

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อ	ปริมาณสาร (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)	
	adenosine	cordycepin
ไข่ไก่ดิบ	121.34	1,120.45
ไข่ไก่สุก	129.58	1,889.91
ไข่เนกกระทาดิบ	97.78	415.21
ไข่เนกกระทาสุก	219.23	649.89
ไข่เป็ดดิบ	128.93	2,722.87
ไข่เป็ดสุก	110.78	2,857.11



รูปที่ 2 โครมาโทแกรมของ adenosine และ cordycepin ใน stroma ของถั่วงอกที่เลี้ยงด้วยสูตรไข่ไก่ดิบ (1) สูตรไข่ไก่สุก (2) สูตรไข่เนกกระทาดิบ (3) สูตรไข่เนกกระทาสุก (4) สูตรไข่เป็ดดิบ (5) และสูตรไข่เป็ดสุก (6) โดย Rt ของสารมาตรฐาน adenosine ที่ 7.41 นาที และ cordycepin ที่ 9.62 นาที

วิจารณ์ผลการวิจัย

การเลี้ยงถั่วงอกด้วยสูตรไข่เป็ดสุกพบว่า เส้นใยเจริญเต็มอาหารเลี้ยงเชื้อเร็วที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรไข่เนกกระทาสุก สูตรไข่เป็ดดิบ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่เนกกระทาดิบ และสูตรไข่ไก่ดิบ ตามลำดับ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเชื้อถั่วงอกสามารถเจริญได้ในไข่ทั้ง 3 ชนิด จากการสังเกตพบว่า เส้นใยเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลืองปนส้มในสูตรไข่เนกกระทาสุกเร็วที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่เป็ดสุก สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่เป็ดดิบ สูตรไข่เนกกระทาดิบและสูตรไข่ไก่ดิบ ตามลำดับ สอดคล้องกับรัฐพลและคณะ (2555); รัฐพลและคณะ (2559); Shrestha et al. (2012); Dong et al. (2012) รายงานว่าการเลี้ยงถั่วงอกด้วยเมล็ดธัญพืชเส้นใยจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลืองปนส้ม

ส่วนความหนาแน่นของเส้นใยพบว่า เส้นใยหนาแน่นมากเมื่อเลี้ยงในสูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่เนกกระทาสุก สูตรไข่เป็ดสุก และเส้นใยหนาแน่นปานกลาง เมื่อเลี้ยงในสูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่เนกกระทาดิบ สูตรไข่เป็ดดิบ ส่วนการเกิด exudate พบว่าเชื้อถั่วงอกที่เลี้ยงในอาหารทั้ง 6 สูตร เส้นใยมีการขับของเหลวออกมามีลักษณะสีเหลืองใสสอดคล้องกับรัฐพลและคณะ (2559); Dong et al. (2012) รายงานว่าเส้นใยเชื้อถั่วงอกมีการขับของเหลวสีเหลือง

การพัฒนาของเส้นใยเป็นตุ่มดอกพบว่า เส้นใยที่เลี้ยงในสูตรไข่เป็ดสุกมีอายุการพัฒนาเร็วที่สุด รองลงมา คือ สูตรไข่ไก่สุก สูตรไข่เนกกระทาสุก สูตรไข่เป็ดดิบ สูตรไข่ไก่ดิบ และสูตรไข่เนกกระทาดิบ ตามลำดับ ขณะที่การพัฒนาของตุ่มดอกเป็น stroma พบว่าตุ่มดอกพัฒนาเป็น stroma ในสูตรไข่ไก่สุกเร็วที่สุดเมื่อ

เปรียบเทียบกับสูตรไข่เปิดสุก สูตรไข่จนกระทั่งสุก สูตรไข่ไก่ดิบ สูตรไข่เปิดดิบ และสูตรไข่จนกระทั่งสุก ตามลำดับ เมื่ออายุ 60 วัน stroma พบว่ารูปร่างกระบอกสี่เหลี่ยม โดยมีจำนวน ความยาว และน้ำหนักสดในสูตรไข่เปิดสุกมากที่สุด จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมจากไข่เส้นใยสามารถเจริญและพัฒนาเป็น stroma ได้ โดยเฉพาะสูตรไข่เปิดมีความยาวและน้ำหนักสดมากกว่าสูตรอื่นๆ อาจเนื่องมาจากคุณค่าทางโภชนาการของสารอาหารที่ต่างกันในแต่ละชนิด ได้แก่ ไข่เปิดมีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ในปริมาณ 13.9, 12.2, 1.0 ไข่จนกระทั่งสุก ในปริมาณ 13.7, 11.6, 0.3 และไข่ไก่ 13.1, 8.4, 1.2 กรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักสด และมีรายงานเพิ่มเติมว่าวิธีการประกอบอาหารจากไข่ด้วยการต้ม ทอดและตุ๋นสามารถรักษาคุณค่าทางโภชนาการของสารอาหารหลักและวิตามินที่สำคัญ โดยมีการสูญเสียของวิตามินเอบางส่วนจากการต้ม (ศิริพรและคณะ, 2558) แต่จากผลการทดลองเมื่อพิจารณาถึงลักษณะของอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างไข่ดิบกับไข่สุกจะเห็นได้ว่าไข่สุกจะให้จำนวนและน้ำหนักสดดีกว่าไข่ดิบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะอาหารเลี้ยงเชื้อไข่สุกจะมีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง เช่น เมล็ดธัญพืช แผลง ที่เอื้อต่อการสร้าง stroma มากกว่าลักษณะอาหารเลี้ยงเชื้อไข่ดิบจะมีลักษณะอาหารที่ใกล้เคียงกับลักษณะอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว เนื่องจากเชื้อถั่งเช่าสีทอง เป็นเชื้อราในกลุ่ม aerobic ดังนั้นลักษณะอาหารเลี้ยงเชื้อไข่สุกจึงมีจำนวนและน้ำหนักสด stroma ที่ดีกว่า

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองสูตรอาหารทั้ง 6 สูตร ก็ยังคงต้องมีการเติมอาหารเสริม เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน ได้แก่ glucose แหล่งไนโตรเจน ได้แก่ peptone, yeast extract แหล่งแร่ธาตุ ได้แก่ KH_2PO_4 , MgSO_4 และแหล่งวิตามิน ได้แก่ thiamine เนื่องจากอาหารเสริมดังกล่าวจะช่วยส่งเสริมการเจริญของถั่งเช่าสีทอง (Sung et al., 2002; Wen et al., 2014)

2. การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก stroma

ปริมาณสาร adenosine และ cordycepin จาก stroma ที่เลี้ยงด้วยไข่ทั้ง 6 สูตร พบว่า มีปริมาณสารที่แตกต่างกัน โดยปริมาณสารที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มีปริมาณสูงกว่า stroma ของถั่งเช่าสีทองที่เลี้ยงด้วยเมล็ดธัญพืช มีปริมาณ adenosine และ cordycepin เท่ากับ 87.87, 824.33 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (ธัญญาและคณะ, 2557) เท่ากับ 245.00, 265.40 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (Huang et al., 2009) และเท่ากับ

103.47, 209.42 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ (รัฐพลและคณะ, 2559) อย่างไรก็ตามปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก stroma จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สายพันธุ์ อาหารเลี้ยงเชื้อ ความเป็นกรด-เบสของอาหาร สภาวะแวดล้อมที่ใช้เลี้ยง ระยะเวลาในการเลี้ยง ระยะเวลาการเก็บผลผลิตและวิธีการวิเคราะห์ (Hsieh et al., 2005; Hung et al., 2009; Xie et al., 2009)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยครั้งนี้ได้สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมได้จากวัสดุหลักที่หาได้ในท้องถิ่นมาเลี้ยงถั่งเช่าสีทอง คือ สูตรไข่เปิดสุกผสมอาหารเสริมจนเกิด stroma ที่มีน้ำหนักสดเฉลี่ย 18.14 กรัม และสาร cordycepin 2,857.11 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง สูงกว่าสูตรอาหารอื่น ๆ อันเป็นแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านเภสัช ผลิตภัณฑ์เวชสำอางและผลิตภัณฑ์เสริมอาหารได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงษ์ สิงห์ภูงา, พีระศักดิ์ ฉายประสาธ และบุญส่ง แสงอ่อน. (2559). ผลของสูตรอาหารเทียมต่อการเกิดดอกและการผลิตสารสำคัญทางยาของเห็ดถั่งเช่าสีทอง. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(พิเศษ): 34-46.
- ธัญญา ทะพิงค์แก, มงคล ยะไชย, ศุภชัย ศรีธีรงค์, กัญจน์พัชร อุบลศิลป์, อภิศรา พรปณณวิชัย, อภิญญา ทองทับ และวรรณพร ทะพิงค์แก. (2557). การศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรถั่งเช่าสีทองและการนำไปใช้ประโยชน์. ใน: รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่. 11-38.
- รัฐพล ศรประเสริฐ, พงษ์ แสนกมล, ชัยวัฒน์ จันบำรุง, มารุต สงวนแก้ว และอนงค์ หัมพานนท์. (2555). การเลี้ยงเส้นใยเชื้อ *Cordyceps militaris* (L.) Link BCC 18247 ด้วยเมล็ดธัญพืชต่างชนิด. วารสารจันทร์เกษมสาร 18(35): 72-78.
- รัฐพล ศรประเสริฐ, สยาม อรุณศรีมรกต และอนงค์ หัมพานนท์. (2559). การเพาะเลี้ยง *Cordyceps militaris* ด้วยเมล็ดธัญพืชและแผลงในท้องถิ่นและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Trichophyton rubrum* และ *Staphylococcus aureus*. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 26(2): 239-251.
- ศิริพร ดันจ่อ, ตรีรัตน์ สายวรรณ, ประภาศรี ภูวเสถียร, อังคารศิริ ดีอ่วม และครรชิต จุดประสงค. (2558). คุณค่าทางโภชนาการของไข่ที่นิยมบริโภค และผลของการประกอบอาหาร. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(4): 651-666.
- สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี, อิศเรศ เทียนทัต และภัทรพร สรรพนุเคราะห์. (2554). ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ที่ผลิตด้วย

- วิธีต่าง ๆ. ใน: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2554. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, กรุงเทพฯ. 566-569.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2549). มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6704-2549 ไช้หนกกระทา. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 1- 5.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2553). มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 6702-2553 ไช้ไก่. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 1-4.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2555). มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 6703-2555 ไช้เป็ด. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 1-5.
- Cooke, R. (1977). The Biology of Symbiotic Fungi. New York John: Wiley & Sons. Inc. 46-47.
- Devkota, S. (2006). Yarsagumba (*Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc.) traditional utilization in dolpa district, western Nepal. Our Nature. 4(1): 48-52.
- Dong, J.Z., Lei, C., Ai, X.R. and Wang, Y. (2012). Selenium enrichment on *Cordyceps militaris* Link and analysis on its main active components. Applied Biochemistry and Biotechnology. 166(5) 1215-1224.
- Hawkworth, D.L., Kirk, P.M., Sutton, B.C. and Pegler, D.N. (1995). Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 112.
- Hong, I.P., Kang, P.D., Kim, K.Y., Nam, S.H., Lee, M.Y., Choi, Y.S., Kim, N.S., Kim, H.K., Lee, K.G. and Humber, R.A. (2010). Fruit body formation on silkworm by *Cordyceps militaris*. Mycobiology. 38(2): 128-132.
- Hsieh, C., Tsai, M., Hsu, T., Chang, D. and Lo, C. (2005). Medium optimization for polysaccharide production of *Cordyceps sinensis*. Applied Biochemistry and Biotechnology. 120(2): 145-157.
- Huang, L., Li, Q., Chen, Y., Wang, X. and Zhou, X. (2009). Determination and analysis of cordycepin and adenosine in the products of *Cordyceps* spp. African journal of Microbiology Research. 3(12): 957-961.
- Hung, L.T., Keawsompong, S., Hanh, V.T., Sivichai, S. and Jones, N.L.H. (2009). Effect of temperature on cordycepin production in *Cordyceps militaris*. Thai Journal of Agricultural Science. 42(4): 219-225.
- Landecker, M.E. (1996). Fundamentals of the Fungi. New Jersey: Prentice-Hall. Inc. pp. 186.
- Lim, L., Lee, C. and Chang, E. (2012). Optimization of solid state culture conditions for the production of adenosine, cordycepin and D-mannitol in fruiting bodies of medicinal caterpillar fungus *Cordyceps militaris* (L.: Fr.) Link (Ascomycetes). International Journal of Medicinal Mushrooms. 14(2): 181-187.
- National Science and Technology Development Agency. (2012). Cultivation of *Cordyceps militaris*. In Documentation Workshop. National Science and Technology Development Agency. Bangkok: Thailand. pp. 46.
- Ohga, S., Yoshimoto, H., Pokhrel, C., Yang, B., Miyazawa, N., Meng, T., Hosoda, S., Mae, M. and Sun, Z. (2008). Characteristic for growth and fruit body polysaccharide of caterpillar fungi, *Cordyceps sobolifera* (Hill.) Berk. et Br. Journal of Agricultural Science 35(2): 199-212.
- Shrestha, B., Han, S.K., Sung, J.M. and Sung, G.H. (2012). Fruiting body formation of *Cordyceps militaris* from multi-ascospore isolates and their single ascospore progeny strains. Mycobiology 40(2): 100-106.
- Sung, J.M., Choi, Y.S., Shrestha, B. and Park, Y.J. (2002). Investigation on artificial fruiting of *Cordyceps militaris*. Korean Journal of Mycology 30(1): 6-10.
- Webster, J. (1980). Introduction to Fungi. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 256.
- Wen, T.C., Li, G.R., Kang, J.C., Kang, C. and Hyde, K.D. (2014). Optimization of solid-state fermentation for fruiting body growth and cordycepin production by *Cordyceps militaris*. Chiang Mai Journal of Science. 41(4): 858-872.
- Xie, C., Liu, G., Gu, Z., Fan, G., Zhang, L. and Gu, Y. (2009). Effects of culture conditions on mycelium biomass and intracellular cordycepin production of *Cordyceps militaris* in natural medium. Annals of Microbiology. 59: 293-299.

