ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด และคุณภาพซากของไก่เนื้อ

Effect of Dietary Spent Mushroom (*Cordyceps militaris*) Substrate Supplementation on Growth Performance, Blood Metabolites and Carcass Quality in Broiler Chickens

ปริชญา หนูพันธ์

Parichaya Noopan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Animal Science
Prince of Songkla University
2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด และคุณภาพซากของไก่เนื้อ

Effect of Dietary Spent Mushroom (*Cordyceps militaris*) Substrate Supplementation on Growth Performance, Blood Metabolites and Carcass Quality in Broiler Chickens

ปริชญา หนูพันธ์

Parichaya Noopan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Animal Science
Prince of Songkla University
2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด และคุณภาพซากของไก่เนื้อ

ผู้เขียน นางสาวปริชญา หนูพันธ์

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่น จันจุฬา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....

(รองศาตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจษฎา รัตนวุฒิ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่น จันจุฬา)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

.....

(ศาสตราจารย์ ดร. ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่น จันจุฬา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ สุธา วัฒนสิทธิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นางสาวปริชญา หนูพันธ์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นางสาวปริชญา หนูพันธ์)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด และคุณภาพซากของไก่เนื้อ

ผู้เขียน นางสาวปริชญา หนูพันธ์

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) และกลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด และคุณภาพซากของไก่เนื้อ โดยศึกษาในไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 500 ตัว ให้ได้รับอาหาร 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 ตัว ใช้ระยะเวลาทดลอง 36 วัน ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และน้ำหนักที่เพิ่มต่ออาหาร 1 กิโลกรัมของไก่เนื้อทุกช่วงอายุของไก่เนื้อทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) น้ำหนักตัวของไก่เนื้ออายุ 0-21 วัน ของไก่เนื้อกลุ่มที่ 2 และ 4 (CTC 0.1 และ 0.25) มีค่าสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่ม 1, 3 และ 5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันของไก่เนื้อกลุ่ม 5 (0.5) มีค่าต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่ม 1 ในขณะที่ไก่เนื้อกลุ่ม 2 (CTC 0.1) มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันสูงที่สุด ขณะที่ค่าคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่เนื้อที่อายุ 21 และ 36 วัน ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีค่าต่ำกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ไม่เสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) นอกจากนี้ยังพบว่าค่า LDL cholesterol ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีค่าต่ำกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) สำหรับลักษณะซากและส่วนประกอบซากของไก่เนื้อทั้ง 5 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

Thesis Title	Effect of Dietary Spent Mushroom (*Cordyceps militaris*) Substrate Supplementation on Growth Performance, Blood Metabolites and Carcass Quality in Broiler Chickens
Author	Miss Parichaya Noopan
Major Program	Animal Science
Academic Year	2018

Abstract

This research aimed to examine the effect of supplementing spent mushroom (*Cordyceps militaris*) substrate (SMCM) for 5 feeding levels classified into feeding level 1: basic diet (0.0), feeding level 2: basic diet 0.1% supplemented with chlortetracycline antibiotic (CTC 0.1), and feeding levels 3 - 5: basic diet supplemented with SMCM at amounts 0.1%, 0.25%, and 0.5% on growth performance, blood metabolites, and carcass quality of broiler chickens. The study was carried out in 500 males of Ross 308 broiler breed aged 1 day with 5 feeding levels of SMCM. Each feeding level would be repeated 4 times. Each repetition would be for 25 broiler chickens. The study was a 36-day trial period. A randomized trial plan was used throughout the study. The results of this study indicated that feed-intake amounts, feeding efficiency, and increased weights/1 kg of the feed intake at all ages of all feeding levels of broiler chickens had no statistical difference ($P>0.05$). Body weights of broiler chickens at ages 0 - 21 days, feeding level 2, and feeding level 4 (CTC 0.1 and 0.25) had statistical significance higher than those of broiler chickens classified underfeeding levels 1, 3, and 5 ($P<0.01$). However, the growth rate/body/day of broiler chickens underfeeding level 5 (0.5) had the lowest value but had no statistical difference from those underfeeding level 1. The broiler chickens underfeeding level 2 (CTC 0.1) had the highest growth ratio gains/day. Also, the broiler chickens at ages 21 days and 36 days which had been supplemented with SMCM had lower blood cholesterol values with statistical significance ($P<0.05$) than those of broiler chickens that did not supplement with SMCM. The study also found that broiler chickens aged 36 days supplemented with SMCM had values of LDL cholesterol in blood with statistical significance ($P<0.05$) lower than those without

supplemented SMCM. For carcass traits and carcass composition of broiler chickens under 5 feeding levels, the study found no statistical difference ($P>0.05$).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ด้วยความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จากคณาจารย์ และบุคลากรหลายฝ่ายที่ให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้า ท่านแรกข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. ปิ่น จันจุฬา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ นอกจากนี้ท่านยังให้การสนับสนุน ให้คำแนะนำ และแนวคิดที่ดีในการทำงาน ทั้งยังดูแลเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาของการศึกษา และการทำวิทยานิพนธ์ ท่านที่สองข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.สุธา วัฒนสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ เสนอข้อคิดที่เป็นประโยชน์ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอบกราบขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ให้ความรู้ทางวิชาการ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์ หมวดสัตว์ปีก โรงผสมอาหารสัตว์ และฟาร์มปฏิบัติการภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาอำนวยความสะดวกตลอดการทำงานทดลอง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่น้อง และเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยสนับสนุน และให้กำลังใจในการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คุณความดีจากความรู้แห่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าของมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทั้งหลายที่คอยประสาทความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ปริชญา หนูพันธ์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(5)
Abtract		(6)
กิตติกรรมประกาศ		(8)
สารบัญ		(9)
รายการตาราง		(10)
รายการภาพประกอบ		(11)
รายการภาพประกอบภาคผนวก		(12)
สัญลักษณ์คำย่อ และตัวย่อ		(13)
บทที่ 1	บทนำ	1
	บทต้นนำเรื่อง	1
	การตรวจเอกสาร	3
	วัตถุประสงค์	20
บทที่ 2	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	21
	วัสดุ และอุปกรณ์	21
	วิธีการทดลอง	21
บทที่ 3	ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง	27
บทที่ 4	สรุป และข้อเสนอแนะ	53
	สรุป	53
	ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง		55
ภาคผนวก		67
	ภาคผนวก ก	68
ประวัติผู้เขียน		70

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณของสารประกอบในเห็ดถั่งเช่าที่ได้จากวิธีการเพาะและแหล่งที่มาแตกต่างกัน (มิลลิกรัมต่อกรัม)	10
2	เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) และเห็ดถั่งเช่าธิเบต (*C. sinensis*)	12
3	ฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง	13
4	สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร และคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อระยะ 0-21 วัน	22
5	สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร และคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อระยะ 22-36 วัน	23
6	องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง และอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง)	28
7	สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่ระดับต่างๆ	30
8	อัตราการตายสะสมของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่ระดับต่างๆ	33
9	ลักษณะซาก และส่วนประกอบซากของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับต่างๆ	35
10	ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารที่ระดับต่างๆ ต่อค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดของไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน	40
11	ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารที่ระดับต่างๆ ต่อค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดของไก่เนื้อที่อายุ 36 วัน	41
12	การสูญเสียน้ำของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่ระดับต่างๆ ของไก่เนื้ออายุ 36 วัน	44
13	ค่าสีของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับต่างๆ ที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่าของไก่เนื้ออายุ 36 วัน	51
14	ค่าสีของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับต่างๆ ที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่าของไก่เนื้ออายุ 36 วัน	52

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	เห็ดถั่งเช่าทิเบต หรือเห็ดถั่งเช่าแท้	8
2	โครงสร้างของสาร Cordycepin และกรด Cordycepic	9
3	เห็ดถั่งเช่าสีทอง	11

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)	68
2	วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองตากแห้ง	68
3	อุปกรณ์ในการเจาะและเก็บเลือดไก่	68
4	วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองสด	68
5	วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้งบด	68
6	การสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดไก่	68
7	การชั่งน้ำหนักไก่ก่อนฆ่า	69
8	การวิเคราะห์หาการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ (drip loss)	69
9	ส่วนประกอบต่างๆ ของซากไก่	69
10	การวิเคราะห์หาการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก (cooking loss)	69

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

ADG	=	average daily gain (อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน)
BW	=	body weight (น้ำหนักตัว)
BWG	=	body weight gain (น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น)
CF	=	crude fiber (เยื่อใยรวม)
CON	=	control (กลุ่มควบคุม)
CP	=	crude protein (โปรตีนรวม)
CPI	=	crude protein intake (ปริมาณการกินได้ของโปรตีนรวม)
CTC	=	chlortetracycline (คลอร์เตตราไซคลีน)
DM	=	dry matter (วัตถุแห้ง)
FCR	=	feed conversion ratio (อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว)
FI	=	feed intake (ปริมาณอาหารที่กิน)
HDL	=	high density lipoprotein (ไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นสูง)
LDL	=	low density lipoprotein (ไลโปโปรตีนชนิดความหนาแน่นต่ำ)
SEM	=	standard error of the mean (ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)
SMCM	=	spent mushroom *Cordyceps militaris* (วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง)

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันผู้บริโภคเนื้อสัตว์ทั้งตลาดภายในประเทศ และต่างประเทศ อาทิ ในสหภาพยุโรป (European union, EU) ญี่ปุ่น สิงคโปร์ อเมริกา และประเทศอื่นๆ ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ และการใช้ยาปฏิชีวนะในการผลิตปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการตรวจพบสารตกค้างจากสารปฏิชีวนะเร่งการเจริญเติบโต (antibiotic growth promoter, AGP) และสารต้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เช่น nitrofurazone, nitrofuratoin, chlorampenicol, dimetridazole, rinidazole, furaltadone และ furazolidone ในเนื้อไก่ และสุกร ตลอดจนสารฆ่าแมลงศัตรูพืช เป็นต้น เนื่องจากสารปฏิชีวนะเหล่านี้สามารถสะสมในตัวสัตว์ (ดานิศ, 2541) อันอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่กินจะต้องมีคุณภาพ และปลอดภัย ทำให้ผู้ผลิตเนื้อสัตว์ปีกจึงได้หาวิธีการในการป้องกันโรค และรักษาสุขภาพของสัตว์โดยไม่ใช้ยาปฏิชีวนะ (Lee *et al.,* 2013) เพื่อเป็นทั้งความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ใช้บริโภค และสวัสดิภาพของสัตว์

ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ยาปฏิชีวนะในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ การศึกษาหาสารทางเลือกจากธรรมชาติเพื่อใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะจึงจำเป็น และได้รับความสนใจอย่างมาก เช่น เห็ดถั่งเช่า (*Cordyceps* spp.) หรือหญ้าหนอน ซึ่งเป็นเชื้อราในสกุลคอร์ไดเซพ (Cordyceps) เป็นเห็ดที่มีมูลค่าสูง มีมากกว่า 750 สายพันธุ์ทั่วโลก (Li *et al*., 2006) เห็ดถั่งเช่าจัดเป็นสมุนไพรจีนที่มีคุณสมบัติหลายด้านมาก โดยเฉพาะด้านสุขภาพ และมีสรรพคุณทางยาแผนโบราณ (oriental medicine) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในตำราแพทย์ของจีนมาช้านาน ซึ่งประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (biologically active components) ที่สำคัญคือ nucleosides ชื่อคอร์ไดซิปิน (cordycepin; 3’-deoxyadenosine และ adenosine) และสารอื่นๆ ได้แก่ polysaccharides และ ergosterol (Li *et al*., 2006) โดยเฉพาะมีคุณสมบัติช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน (immunomodulatory) (Koh *et al*., 2002; Yu *et al*., 2003) ยับยั้งการอักเสบ (anti-inflammatory) (Yu *et al*., 2004a, b) ยับยั้งเซลล์มะเร็ง (antitumor) (Nakamura *et al*., 1999) ยับยั้งเชื้อรา (antifungal) (Kneifel *et al*., 1977) และยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (antibacterial) (Ahn *et al*., 2000) นอกจากนั้น เห็ดถั่งเช่า (*Cordyceps* spp.) ยังประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน และกรดไขมันที่จำเป็น มีกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส

เพคติเนส เบต้ากลูคาเนส เอนโดกลูคาเนส เซลลูเลส โปรตีเอส และไฟเตสที่จำเป็นสำหรับการผลิตสัตว์ อีกทั้งยังสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรค เช่น *Clostridium butyricum, Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhimurium* ได้ (Koh *et al*., 2003) แม้ว่า เห็ดถั่งเช่าจะมีคุณสมบัติสรรพคุณทางยา และเป็นประโยชน์ต่อปศุสัตว์ ยังมีรายงานการเสริมเห็ดถั่งเช่าสีทอง รวมถึงวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารไก่เนื้อ และไก่ไข่ (กันติกา และคณะ, 2557; ชัยวัฒน์ และคณะ, 2559) พบว่าไม่มีผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต แต่สามารถลดเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* spp. ($P<0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Koh และคณะ (2003) ที่ได้รายงานผลการใช้สารสกัดจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าทิเบตในไก่เนื้อพบว่า ช่วยเพิ่มน้ำหนักตัว และกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของไก่เนื้อสูงขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *Lactobacilli* spp. และยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *Samonella* spp. อย่างไรก็ตาม เนื่องจากตัวเห็ดถั่งเช่าในปัจจุบันมีราคาแพง จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ เพราะจะทำให้ต้นทุนการผลิตสัตว์สูงขึ้น ขณะที่ข้อมูลการใช้วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองไปใช้เป็นอาหารเสริมของสัตว์ปีก โดยเฉพาะด้านการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดยังมีจำกัด และมีผู้ศึกษาน้อย โดยเฉพาะการใช้วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เป็นเศษเหลือทิ้ง (by-product) จากการเก็บดอกเห็ดไปแล้ว ซึ่งยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญคือ คอร์ไดซิปิน (cordycepin)

ดังนั้นการทำการทดลองนี้ จึงได้ทำการศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูล และผลจากการทดลองเพื่อเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ทั้งรายใหญ่ และรายย่อยในประเทศไทยสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาส่วนประกอบสูตรอาหารสัตว์จากวัสดุที่เหลือจากการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองซึ่งมีราคาถูกกว่าเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

ตรวจเอกสาร

สถานการณ์การผลิตไก่เนื้อโลก

การขยายตัวที่เพิ่มสูงขึ้นของประชากร การขยายตัวของเมืองที่รวดเร็ว และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ที่เกิดขึ้น ทำให้ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเกิดการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้ จากการพยากรณ์ขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO) ยืนยันว่า ปริมาณความต้องการเนื้อสัตว์ของประชากรโลกในอีก 9 ปีข้างหน้าจะขยายตัวเพิ่มสูงขึ้น (Philip and Mario, 2010) โดยในปี ค.ศ. 2050 ปริมาณความต้องการไข่ไก่จะมีมากถึง 102 ล้านตัน ปริมาณความต้องการเนื้อสัตว์ปีกจะมีมากถึง 181 ล้านตัน นอกจากนี้ จากปริมาณการบริโภคเนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ เช่น สัตว์ปีก โค สุกร แพะ และแกะ ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมามีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องไปกับจำนวนประชากรและขนาดเศรษฐกิจของโลกที่เพิ่มมากขึ้น จึงกล่าวได้ว่าความต้องการปศุสัตว์มีความสัมพันธ์กับจำนวนของประชากรและภาวะเศรษฐกิจอย่างชัดเจน จากรายงานสถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปีพ.ศ. 2560 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2559) มีรายละเอียดดังนี้

ด้านการผลิต

รายงานว่าการผลิตเนื้อไก่ของโลก ปี พ.ศ. 2555 - 2559 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1.97 ต่อปี โดยรัสเซียมีอัตราการขยายตัวสูงที่สุดคือ ร้อยละ 7.70 ซึ่งเป็นผลจากมาตรการสนับสนุนการเลี้ยงไก่ ของภาครัฐ ปี พ.ศ. 2559 การผลิตเนื้อไก่ของโลกมีปริมาณ 89.55 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 88.69 ล้านตัน ส่วนในปี พ.ศ. 2558 ร้อยละ 0.96 โดยสหรัฐอเมริกายังคงเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ที่สุด มีปริมาณการผลิต 18.28 ล้านตัน รองลงมาได้แก่ บราซิล 13.61 ล้านตัน จีน 12.70 ล้านตัน และสหภาพยุโรป 11.07 ล้านตัน

ปี พ.ศ. 2560 คาดว่าการผลิตเนื้อไก่ของโลกจะมีปริมาณ 90.45 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 89.55 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2559 ร้อยละ 1.01 การผลิตเนื้อไก่ของโลกขยายตัวตามความต้องการบริโภค ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ประเทศผู้ผลิตที่สำคัญทั้งสหรัฐอเมริกา บราซิล สหภาพยุโรป และอินเดีย มีการขยายการผลิตเพิ่มขึ้น ในขณะที่การผลิตไก่เนื้อของจีนคาดว่าจะลดลงเนื่องจากจีนยังประสบปัญหาการระบาดของโรคไข้หวัดนก

ด้านความต้องการบริโภค

ปี พ.ศ. 2555 - 2559 การบริโภคเนื้อไก่ของโลก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1.86 ต่อปี โดยในปี พ.ศ. 2559 การบริโภคเนื้อไก่ของโลกอยู่ที่ปริมาณ 87.38 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก

86.96 ล้านตัน ของปี พ.ศ. 2558 ร้อยละ 0.48 ซึ่งสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีการบริโภคเนื้อไก่มากที่สุด คือ 15.23 ล้านตัน รองลงมาได้แก่ จีน 12.99 ล้านตัน และสหภาพยุโรป 10.38 ล้านตัน ปี พ.ศ. 2560 คาดว่าการบริโภคเนื้อไก่ของโลกมีปริมาณ 88.41 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 87.38 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2559 ร้อยละ 1.18 ผู้บริโภครายใหญ่ที่สุดคือ สหรัฐอเมริกา คาดว่าจะมีการบริโภค ปริมาณ 15.66 ล้านตัน รองลงมาได้แก่ จีน 11.71 ล้านตัน และสหภาพยุโรป 10.79 ล้านตัน

ด้านการส่งออก

ปี พ.ศ. 2555 - 2559 การส่งออกเนื้อไก่ของโลกขยายตัวเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1.34 ต่อปี โดยในปี พ.ศ. 2559 การส่งออกเนื้อไก่ของโลกมีปริมาณ 10.79 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปีก่อน 10.25 ล้าน ตัน หรือ ร้อยละ 5.26 โดยได้รับผลกระทบจากการระบาดของโรคไข้หวัดนกตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547 ทำให้บราซิล ซึ่งเป็นประเทศปลอดไข้หวัดนกได้ก้าวขึ้นมาเป็นผู้ส่งออกอันดับ 1 ของโลกแทนสหรัฐอเมริกา ในปี พ.ศ. 2559 บราซิลสามารถส่งออกเนื้อไก่ได้ปริมาณ 4.11 ล้านตัน รองลงมาได้แก่ ประเทศสหรัฐอเมริกา 2.98 ล้านตัน สหภาพยุโรป 1.25 ล้านตัน และประเทศไทย 0.67 ล้านตัน โดยประเทศไทยได้ก้าวมาเป็นประเทศผู้ส่งออก เนื้อไก่อันดับที่ 4 ของโลกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 เป็นต้นมา ปี พ.ศ. 2560 คาดว่าการส่งออกเนื้อไก่ของโลกมีปริมาณ 11.37 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 10.79 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2559 ร้อยละ 5.36 ผู้ผลิตรายเดิม (บราซิล สหรัฐอเมริกา และสหภาพยุโรป) ยังคง เป็นผู้ครองตลาด ในขณะที่ผู้ผลิตรายเล็กมีส่วนแบ่งตลาดเพิ่มขึ้น และบราซิลยังคงเป็นประเทศที่ส่งออกเนื้อไก่ มากที่สุด คือ 4.39 ล้านตันเพิ่มขึ้นจาก 4.11 ล้านตัน ในปี พ.ศ. 2559 ร้อยละ 6.69 รองลงมาได้แก่ ประเทศ สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และประเทศไทย ตามลำดับ โดยไทยยังคงเป็นผู้ส่งออกอันดับ 4 ของโลก

สถานการณ์ไก่เนื้อในไทย

ไก่เนื้อ และผลิตภัณฑ์เป็นสินค้าเศรษฐกิจที่มีความสำคัญอันดับ 1 ในสาขาปศุสัตว์ของประเทศไทยนำรายได้เข้าประเทศเฉลี่ยปีละไม่ต่ำกว่า 90,000 ล้านบาท การเลี้ยงไก่เนื้อจึงเป็นอาชีพของเกษตรกรมากกว่า 30,000 ราย ที่มีการสร้างมูลค่าเพิ่มในอุตสาหกรรมต่อเนื่องในหลายสาขา เป็นแหล่งอาหารโปรตีนสำหรับเลี้ยงประชากรอันดับที่ 7 ของโลก ผลผลิตเฉลี่ยปีละ 2.0 ล้านตัน โดยศักยภาพการผลิตสินค้าเนื้อไก่ได้มาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับของตลาดโลก จึงเป็นผู้นำการตลาดเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเนื้อไก่แปรรูปส่งออกมากเป็นอันดับ 1 ของโลก อัตราการขยายตัวการส่งออกระหว่าง

ปี พ.ศ. 2554-2558 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 10 ต่อปี และล่าสุดในปี พ.ศ. 2559 การส่งออกเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ มูลค่า 95,000 ล้านบาท

อุตสาหกรรมไก่ต้นน้ำในไทยช่วงปี พ.ศ. 2551 – 2558 ปริมาณไก่มีทิศทางขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.28 ต่อปีสำหรับ ปี พ.ศ. 2558 มีจำนวนไก่ทั้งหมด 418,330,613 ตัว ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 คิดเป็นร้อยละ 7.66 ส่วนจำนวนเกษตรกรที่เลี้ยงไก่เพิ่มขึ้น ร้อยละ 0.29 จากปี พ.ศ. 2557 ส่วนปี พ.ศ. 2558 มีเกษตรกรที่เลี้ยงไก่ทั้งหมด 2,402,864 ครัวเรือน มีเกษตรกรที่เลี้ยงไก่มากที่สุดอยู่ในภาคกลาง ส่วนจังหวัดที่จำนวนไก่มากที่สุด คือ ลพบุรี นครราชสีมา ชลบุรี และสระบุรีตามลำดับ (กรมปศุสัตว์, 2558)

ราแมลง

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตพวกราที่เส้นใยสามารถรวมตัวกัน เกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ที่เรียกว่า “ดอก” มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และมีรูปร่างมากมายหลายแบบ เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการยาวนาน การแพร่กระจายของเห็ดมีได้กว้างมากและมักพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่ดำรงชีวิตโดยปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายสารอินทรีย์ เช่น ซากพืชหรือสัตว์ ทำให้ได้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กลับสู่ธรรมชาติเป็นอาหารของพืช เห็ดเป็นตัวช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศ เห็ดบางชนิดมีความสัมพันธ์กับรากที่ยังมีชีวิตของพืชชั้นสูงในรูปของเห็ดเอ็คโตไมคอร์ไรซา (*Ectomycorhiza*) เช่น เห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) เห็ดตับเต่า (*Boletus colossus* Heim.) เห็ดราบางชนิดเบียดเบียนสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นโดยทำให้เกิดโรค เช่น เชื้อราโรคแมลง (insect fungi) และเชื้อราโรคพืช (plant disease fungi)

ราแมลง คือ ราที่เจริญเติบโตในแมลง อาจจะอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิต หรือทำให้เกิดโรคและสามารถฆ่าแมลงได้ (สิริฉัตร, 2546) โดยราที่เจริญเติบโตในแมลงที่มีชีวิตนั้นจะอยู่ในรูปของเซลล์ยีสต์ซึ่งเรียกว่า Yeast-Like Endosymbionts (YLSs) และจะสามารถเปลี่ยนรูปเป็นลักษณะที่มีเส้นใย (filamentous) ได้ ซึ่งจะเป็นลักษณะที่จะทำให้เกิดโรคในแมลง (entomopathogenic) แต่ในขณะที่อยู่ในรูปของ YLSs นั้น จำเป็นที่แมลงต้องมีชีวิต เนื่องปัจจัยสำคัญในการเจริญของ YLSs คือ สารอินทรีย์ และแหล่งไนโตรเจนที่ได้จากตัวแมลง ซึ่ง YLSs จะมีความจำเพาะต่อชนิดของแมลงที่อาศัย (Suh *et al*., 2001)

ราแมลงที่มีสรรพคุณทางยานั้นมีอยู่ไม่น้อย โดยเฉพาะยาที่รู้จักกันดีอย่างยาปฏิชีวนะตัวแรกของโลก หรือ เพนนิซิลิน ก็มีราแมลงผสมอยู่ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนผสมในยาขายดีของโลกอีก 6 ชนิดจากทั้งหมด 20 ชนิด ได้แก่ ยาแก้อักเสบ ยาต้านจุลชีพ ยากดภูมิต้านทาน และ

ยาลดไขมันในเลือด 3 ชนิด (พิทยา, 2552) อีกตัวที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมานานแล้ว คือ ถั่งเช่า โดยเชื้อราเข้าทำลายหนอนผีเสื้อ ถั่งเช่าเป็นยาสมุนไพรที่มีราคาแพงและหายาก โดยมีความเชื่อว่าเมื่อรับประทานไปแล้วจะช่วยให้มีอายุยืน และเสริมสมรรถภาพทางเพศ

ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพมากมายสภาพป่าธรรมชาติยังมีความสมบูรณ์อยู่มาก ในแต่ละปีมีการค้นพบเชื้อราชนิดใหม่ๆ มีการจำแนกเชื้อราที่พบในไทยได้แล้วกว่า 4,000 ชนิด หรือราว 10 เปอร์เซ็นต์ จากที่คาดการณ์ว่าน่าจะมีในไทย ตัวอย่างเชื้อรากว่า 2 หมื่นสายพันธุ์ จากจำนวนที่พบจากทั่วโลก 8 หมื่นสายพันธุ์ เก็บรวบรวมไว้ในธนาคารจุลินทรีย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งราแมลง ถือว่าไทยรวบรวมไว้หลากหลายที่สุดในโลก (สาลินีย์, 2552)

อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับราทำลายแมลงในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับรากลุ่มอื่นๆ แม้ว่าราแมลงมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรและการแพทย์สูง มีการใช้ราแมลงไปควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี (biocontrol) เช่น การใช้ราแมลง *Matarhizium flavoviride, Paecilomyces lilacinus* และ *Beauveria bassiana* ในการกำจัดแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera* spp.) และราแมลงบางชนิดสามารถต้านเชื้อจุลินทรีย์ (Mar and Lumyong, 2012) ทีมนักวิจัยแห่งศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTECH) ได้ศึกษาราแมลงและแนวทางการนำมาใช้เป็นสมุนไพร พบว่าราทำลายแมลงและแมงมุมหลายชนิดให้สารออกฤทธิ์ต้านเชื้อวัณโรค มาลาเรีย และเอดส์ เป็นต้น (Isaka *et al*., 2005) ยิ่งไปกว่านั้นยังมีรายงานว่า ราแมลงสามารถสร้างสารโพลิเมอร์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ได้ (ศิริพร และคณะ, 2549)

ราแมลงในกลุ่ม Ascomycetes

เห็ดที่มีฤทธิ์ทางยาหลายตัว เช่น เห็ดถั่งเช่าทิเบต (*Ophiocordyceps sinensis* หรือชื่อเดิม *Cordyceps sinensis* เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*) ถั่งเช่าหิมะ (*Paecilomyces tenuipes* หรือ *Isoric joponico*) และถั่งเช่าจักจั่น (*Paecilomyces cicodae* หรือ *Isoria sinclديri*) จัดว่าเป็นพวกราแมลงในกลุ่ม Ascomycetes ซึ่งราแมลงในกลุ่มนี้จัดว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ราแมลงในสกุลคอร์ไดเซพ (*Cordyceps* (Fr) Link) ซึ่งมีการจัดจำแนกไว้มากกว่า 750 สายพันธุ์ทั่วโลก (Li *et al*., 2006) ประมาณ 400 สายพันธุ์ ค้นพบที่เอเชีย (เนปาล จีน ญี่ปุ่น เกาหลี เวียดนาม และไทย) มีความหลากหลายในสภาพชื้น และป่าเขตร้อน (Sung *et al*., 2007)

ในประเทศไทย สมศักดิ์ (2544) รายงานว่า พบเชื้อราสกุลคอร์ไดเซพ มากถึง 80 ชนิด ขณะที่ทีมนักวิจัยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ศึกษาความหลากหลายของเห็ดคอร์ไดเซฟ จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพปุย จังหวัดเชียงใหม่ (วารุณี และคณะ, 2545) เชื้อราสกุลคอร์ไดเซพอยู่ในวงศ์ Clavicipitaceae ที่มีความหลากหลายของจำนวนชนิดและแมลงอาศัยมากที่สุด แมลงเจ้าบ้านของราแมลงสกุลนี้ (Cordyceps (Fr.) host) มีมากมายหลายชนิด เช่น มด ผึ้ง ต่อแตน แมงมุม เพลี้ยด้วง แมลงปอ ผีเสื้อ และหนอน โดยทั่วไปราแมลงจะมีความจำเพาะกับแมลงเจ้าบ้านชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรือใกล้เคียงแมลงเจ้าบ้านชนิดนั้นๆ และไม่เป็นอันตรายกับคน แต่อย่างไรก็ตาม มีเชื้อราแมลงเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถรับประทานได้ และในผู้ที่เป็นภูมิแพ้อาจเกิดอาการแพ้ได้ (Sung *et al*., 2007)

วงจรชีวิตเข้าใจกันว่าเมื่อเชื้อราแมลงได้ล่วงล้ำเข้าไปในวงจรชีวิตของราแมลง (อาจเกิดจากการที่สปอร์เชื้อราตกลงบนตัวแมลง หรือจากการที่แมลงกินอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อราเข้าไป) เส้นใยของรา (hypha) จะฝังตัวเข้าสู่อวัยวะภายในและเจริญเติบโตอยู่ในเจ้าบ้าน (ตัวแมลง) ด้วยการกินอาหารจากตัวแมลงนั้น จากนั้น ราที่เป็นปรสิตจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จนสามารถเข้าไปแทนที่อยู่ในลำตัวของเมลงนั้นทั้งตัว และกลายเป็นกลุ่มเส้นใยของราหรือไมซีเลียม (mycelium) เส้นใยของราแมลงเมื่อเจริญเติบโตรวมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่เรียกว่าดอกเห็ด (fruiting body) มีรูปร่างและสีที่แตกต่างกันไป (ธัญญา, 2553)

คอร์ไดเซพและระยะที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Anamorph) ของคอร์ไดเซพ มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและมีคุณสมบัติที่น่าสนใจทางเภสัชวิทยา (Holliday *et al*., 2004) โดยเป็นที่รู้จักกันมานานว่าเป็นเห็ดสมุนไพรใช้รักษาโรคมานานนับพันปี มีบันทึกในตำราการแพทย์ทิเบตว่าถูกใช้เป็นยาชูกำลัง รักษาสารพัดโรค สารสกัดจากเส้นใย และดอกเห็ดของถั่งเช่าทิเบต ถั่งเช่าสีทอง และชนิดอื่นๆ สามารถต้านการทำงานของเซลล์มะเร็งได้ (Winkler, 2008)

เห็ดถั่งเช่า

เห็ดถั่งเช่าทิเบต หรือเห็ดถั่งเช่าแท้ (*Ophiocordyceps sinensis* หรือชื่อเดิม *Cordyceps sinensis*) เห็ดถั่งเช่าทิเบต หรือเห็ดถั่งเช่าแท้แสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งในภาษาจีนจะเรียกว่า “ตงฉงเซี่ยเฉ่า (Dong chong xia cao)” ซึ่งมีอยู่หลายจีนัส เช่น *Ophiocordyceps* sp., *Cordyceps* sp., *Paecilomyces* sp. และ *Isaria* sp. เป็นต้น เห็ดถั่งเช่าเป็นเชื้อรากินแมลง (Entomofungus) ในกลุ่ม Ascomycetes มีการศึกษา รวบรวม จำแนก เพาะเลี้ยง ปรับปรุงสายพันธ์ และผลิตเป็นการค้าในจีน

เกาหลี ไต้หวัน อินเดีย สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย และสิงคโปร์ โดยใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคต่างๆ และเป็นอาหารเสริมสุขภาพ

ภาพที่ 1. เห็ดถั่งเช่าทิเบต หรือเห็ดถั่งเช่าแท้
ที่มา: ธัญญา (2555)

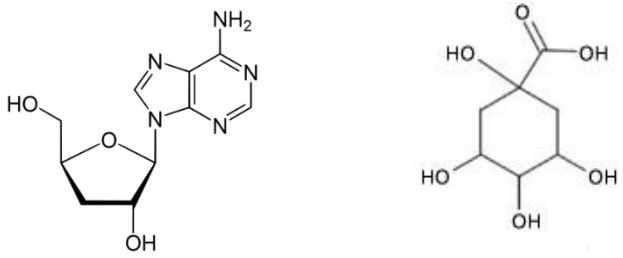
เนื่องจากที่เห็ดชนิดนี้หาได้ยาก และพบได้เฉพาะเทือกเขาหิมาลัยเท่านั้นจึงทำให้มีราคาที่สูงมาก และถูกจำกัดการใช้เฉพาะจักรพรรดิ และเชื้อพระวงศ์ของจีนเท่านั้น (Holliday and Cleaver, 2008) เห็ดถั่งเช่าทิเบตเริ่มเป็นที่รู้จักในโลกตะวันตก จากการที่หมอสอนศาสนาได้นำตัวอย่างของเห็ดถั่งเช่าที่ได้รับจากองค์ จักรพรรดิจีนไปเข้าร่วมแสดงที่งานประชุมทางวิชาการในกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส ในปี ค.ศ. 1726 ซึ่งถือเป็นการแนะนำเห็ดถั่งเช่าต่อศาสตร์การแพทย์แผนตะวันตก อันนำมาซึ่งงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์มากมายถึงคุณประโยชน์ของเห็ดถั่งเช่าต่อร่างกาย (Holliday and Cleaver, 2008) กระแสความนิยมของเห็ดถั่งเช่าเริ่มต้นปี พ.ศ. 2536 เมื่อนักวิ่งหญิงทีมชาติจีน 3 คนสามารถทำลายสถิติโลกในการวิ่งทางไกล 1,500, 3,000 และ 10,000 เมตร ผู้ฝึกสอน ให้สัมภาษณ์กับผู้สื่อข่าวว่าให้นักกีฬากินเห็ดถั่งเช่าเป็นยาบำรุง โดยทางคณะกรรมการโอลิมปิกสากลไม่มีข้อห้ามไว้ อีกทั้งตรวจไม่พบสารกระตุ้น และไม่มีผลข้างเคียง เรื่องนี้เป็นข่าวดังไปทั่วโลกถึงสรรพคุณอันเหลือเชื่อเกี่ยวกับเห็ดถั่งเช่าในการใช้เป็นยาบำรุงกำลัง เห็ดถั่งเช่าจึงกลายเป็นที่ต้องการของนักกีฬา และคนรักสุขภาพทั่วโลกมาจนทุกวันนี้ (Wikipedia, 2012)

ส่วนประกอบของเห็ดถั่งเช่า

การวิจัยค้นคว้าทางเภสัชวิทยาพบว่าเห็ดถั่งเช่าอุดมไปด้วยสารสำคัญหลายชนิดที่มีผลทางชีวภาพ เช่น โมโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ โพลีแซ็กคาไรด์ (เบต้าคลูแคน) แมนนิทอล

อะดีโนซีน คอร์ไดเซปิน กรดคอร์ไดเซปิก กรดอะมิโน โปรตีน สเตอรอล วิตามิน และแร่ธาตุหลายชนิด เช่น โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก คอปเปอร์ แมงกานีส สังกะสี ฟอสฟอรัส และซีลีเนียม เป็นต้น (Bhandari *et al*., 2010)

เห็ดถั่งเช่าประกอบไปด้วยนิวคลีโอไซด์ (nucleoside) มากกว่า 10 ชนิด และสารอื่นๆ เช่น อะดีนีน อินโนซีน ไทมีน ดีอ๊อคซี่ยูริดีน ซึ่งนิวคลีโอไซด์เกี่ยวข้องกับกลไกและการทำงานของกลไกในขบวนการสรีรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทส่วนกลาง (Schmidt *et al*., 2003) และต้านการเกิดเนื้องอก (Wu *et al*., 2007) อย่างไรก็ตาม เห็ดถั่งเช่าสดในธรรมชาติมีปริมาณนิวคลีโอไซด์น้อยกว่าแบบแห้งและแปรรูปแล้ว ที่น่าสนใจไปกว่านั้นคือ เห็ดถั่งเช่าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมีปริมาณนิวคลีโอไซด์สูง นอกจากนี้ ความชื้น และความร้อนต่างก็มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณนิวคลีโอไซด์ของเห็ดถั่งเช่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ การเก็บเห็ดถั่งเช่าที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน จะทำให้นิวคลีโอไซด์ในเห็ดถั่งเช่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติเพิ่มขึ้น 4 เท่าตัว แต่อย่างไรก็ตามความชื้น และความร้อนไม่มีผลต่อเส้นใยของเห็ดถั่งเช่าเพาะเลี้ยง เชื่อกันว่านิวคลีโอไซด์ในเห็ดถั่งเช่าทิเบตที่ขึ้นตามธรรมชาติแตกต่างจากที่ได้จากการเพาะเลี้ยง (Li *et al*., 2006) โดยปกติการวัดคุณภาพของเห็ดถั่งเช่าจะวัดจากคุณภาพของอะดีโนซีน (Li *et al*., 2006) และนิวคลีโอไซน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อะดีโนซีน อินโนซีน และคอร์ไดซิปินดังแสดงในตารางที่ 1 สูตรโครงสร้างของสารคอร์ไดเซปิน และกรดคอร์ไดเซปิก แสดงดังภาพที่ 2



Cordycepin Cordycepic acid

ภาพที่ 2. โครงสร้างของสาร Cordycepin และกรด Cordycepic
ที่มา: Kai และคณะ (2013)

อย่างไรก็ตามเห็ดถั่งเช่าทิเบตมีขั้นตอนการเพาะให้เกิดดอกเห็ดค่อนข้างยุ่งยาก และต้องการอากาศเย็น ซึ่งเห็ดในตระกูลคอร์ไดเซพนั้นมีมากมายหลายสายพันธ์ โดยมีมากกว่า 750 ชนิด (species) และมีหลายชนิดที่สามารถเพาะได้ด้วยกรรมวิธีเพาะง่ายๆ ได้ต่างไปจากการเพาะเห็ด

ทั่วๆ ไป หนึ่งในนั้น ได้แก่ เห็ดถั่งเช่าสีทอง เป็นเห็ดที่พบอยู่ทั่วไปในระดับที่มีอุณหภูมิระหว่าง 10-28 องศาเซลเซียส เป็นเห็ดที่ได้มีการวิเคราะห์ว่า มีส่วนประกอบของสารอาหาร วิตามิน เกลือแร่ และยาหลายชนิดที่สูงกว่าเห็ดถั่งเช่าทิเบต (ธัญญา, 2553)

ตารางที่ 1 ปริมาณของสารประกอบในเห็ดถั่งเช่าที่ได้จากวิธีการเพาะและแหล่งที่มาแตกต่างกัน (มิลลิกรัมต่อกรัม)

สารประกอบ	เห็ดถั่งเช่าทิเบต (ธรรมชาติ)			เห็ดถั่งทิเบต (เพาะ)			เห็ดถั่งเช่าสีทอง (เพาะ)	
	ชิงไห่	ทิเบต	เจียงซี	Huadong	Wanfong	Boding	จี๋หนิง	Oil
Ergosterol	3.65	10.34	1.31	1.10	0.38	0.95	6.33	ไม่มีข้อมูล
Adenosine	0.31	0.25	3.23	2.31	5.09	2.16	0.86	0.22
Cordycepin	0.04	0.06	ไม่สามารถตรวจพบ			ต่ำกว่าเกณฑ์	9.22	5.71
Guanosine	0.20	0.18	2.08	1.82	4.45	2.55	0.69	0.17
Inosine	0.33	0.20	0.12	0.01	0.03	0.19	0.03	0.02
Uridine	0.66	0.83	3.11	1.54	8.14	1.93	1.96	0.51
Mannitol	38.64	35.42	10.24	12.83	13.41	11.21	ND	ND
Polysaccharide	4.75	8.22	5.83	7.51	5.96	3.84	ND	ND

ที่มา: ดัดแปลงจาก Li และคณะ (2006)

เห็ดถั่งเช่าสีทอง

เห็ดถั่งเช่าสีทอง หรือชื่อ ถั่งเช่าสีทอง (Chainese golden glass) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Cordyceps militaris*

Kingdom Fungi

Phylum Ascomycoa

Sub-phylum Ascomycotina

Class Ascomycetes/Pyrenomycetes

Order Hypocreales

Family Clavicpatac

Genus *Cordyceps*

Species *militaris*

เห็ดถั่งเช่าสีทอง หรือหญ้าหนอน (ภาพที่ 3) ซึ่งเป็นเห็ดตระกูลเดียวกับเห็ดถั่งเช่าทิเบต (*Cordyceps sinensis*) แต่คนละสายพันธุ์ (species) ซึ่งมีความแตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 2 เป็นเห็ดเมืองหนาว จัดอยู่ในกลุ่มของเห็ดเป็นยา (medicinal mushroom) เป็นที่รู้จักมาตั้งแต่อดีต ชาวจีนเชื่อว่าเป็นยาอายุวัฒนะ มีสรรพคุณช่วยปรับสมดุลของร่างกาย เป็นสมุนไพรธาตุร้อน ในสมัยโบราณเห็ดถั่งเช่าถูกจำกัดการใช้เฉพาะจักรพรรดิ และเชื้อพระวงศ์ชั้นสูงของจีนเท่านั้น คนธรรมดาสามัญไม่มีสิทธิ์บริโภค เป็นของที่หายาก และมีค่าดั่งทอง ตำราการแพทย์ทิเบตมีการบันทึกไว้ว่า เห็ดถั่งเช่าถูกใช้เป็นยาชูกำลัง ใช้รักษาสารพัดโรค (Winkler, 2008)

ภาพที่ 3. เห็ดถั่งเช่าสีทอง
ที่มา: ธัญญา (2555)

การเกิดและลักษณะการเจริญ

เห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นพาราสิตที่ขึ้นได้ในแมลงหลากหลายชนิด ส่วนใหญ่เกิดในตัวหนอน และดักแด้ผีเสื้อ (lepidopteran) เช่น ไหมป่า (*Bombyxpithyocampa, B. caja, Euprepia caja, Gastropacha rubi, G. quercus, Phalera bucephala* และ *Syntypistis punctatella*) นอกจากนี้ยังพบในด้วง (coleopteran) เช่น ต่อฟันเลื่อย (*Cimbex simillis*) และในแมลงวัน (Dipteran) เช่น แมลงวันแมงมุมหรือยุงยักษ์ (*Tupita paludosa*)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างกันของเห็ดถั่งเช่าสีทอง (*C. militaris*) และเห็ดถั่งเช่าธิเบต (*C. sinensis*)

Properties	*Cordyceps militaris*	*Cordyceps sinensis*
Type		
Stroma	Plural	Singular
Host	*Lepidopteran* pupa	*Hepialus* larva
Anamorphic	*Paecilomyces militaris*	*Hirsutella sinensis*
Distribute location	Northeast of China	Southwest of China
Artificial cultured	Fruiting body & mycelium	Mainly mycelium
Mycelium color	White or yellow	White
Fruiting body spores color	Yellow or orange	Dark brown
Major compound	Cordycepin	Adenosine

ที่มา: Ching-Peng Chiu และคณะ (2016)

สรรพคุณของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

จากการศึกษาค้นคว้าทางเภสัชวิทยาพบว่า เห็ดถั่งเช่ามีสารสำคัญทางชีวภาพที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (ตารางที่ 3) หลายชนิด ได้แก่ โพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) แมนนิทอลหรือกรดคอร์ไดเซปิก (mannitol หรือ cordycepic acid) อะดีโนซีน (adenosine) คอร์ไดเซปิน (cordycepin หรือ 3'-deoxyadenosine) เออโกสเตอรอล (ergosterol) เป็นต้น (Shashidhar *et al*., 2013) ซึ่งอะดีโนซีนเป็นสารสำคัญ ที่ช่วยป้องกันและรักษาภาวะโรคหัวใจล้มเหลว (Kitakaze and Hori, 2000) ส่วนคอร์ไดเซปินมีฤทธิ์ช่วยเพิ่มพลังภายในร่างกาย มีคุณสมบัติบำรุงไต และปอด (Nakamura *et al*., 2005) ช่วยต้านอนุมูลอิสระ (Li *et al*., 2006) ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Yu et al., 2006) ช่วยในการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง (Schmidt *et al*., 2003) กระตุ้นการไหลเวียนของโลหิต ช่วยรักษาสมดุลของคลอเลสเตอรอลในหลอดเลือด และลดการอักเสบ (Kim *et al*., 2011) ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (Lee *et al*., 2012) สามารถต้านการเกิดเนื้องอก (Dai *et al*., 2001) และต้านมะเร็ง (Yoshikawa *et al*., 2004; Weil and Chen, 2011) และเชื่อว่ามีสรรพคุณที่ช่วยเพิ่มสมรรถนะทางเพศได้ (Lim *et al*., 2012)

ตารางที่ 3 ฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดถั่งเช่าสีทอง

ฤทธิ์ทางชีวภาพ	
Pro-sexual	เสริมสมรรถภาพทางเพศ
Anti-infiammatory	ต้านการอักเสบ
Anti-oxidantanti-aging	ยับยั้งอนุมูลอิสระ ชะลอความชรา
Anti-tumour/anti-acncer	ต้านมะเร็งและเซลล์เนื้องอก
Anti-leukemic	ต้านมะเร็งเม็ดเลือดขาว
Anti-proliferative	ยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์
Anti-metastatic	ยับยั้งการแพร่กระจายของมะเร็ง
Immunomodulatory	ระบบภูมิคุ้มกัน
Anti-microbial	มีฤทธิ์ทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพ ได้แก่ ไวรัส แบคทีเรีย ริกเกตเซีย เชื้อรา เชื้อปาราสิต และโปรโตซัว
Insecticidal	มีฤทธิ์ฆ่าแมลง
Larvicdal	มีฤทธิ์ฆ่าหนอน
Anti-fibrotic	ต้านการเกิดเส้นใยผังผืด
Steroidogenic	การสังเคราะห์ฮอร์โมนสเตียรอยด์
Hypoglacaemic	น้ำตาลในเลือดสูง
Hypolipidaemic	ลดไขมันในเส้นเลือด
Anti-angiogenic	ขัดขวางการสร้างหลอดเลือดฝอย
Anti-diabetic	ป้องกัน หรือบรรเทาอาการโรคเบาหวาน
Anti-HIV	ต้านเชื้อเอดส์
Anti-malarial	ต้านโรคมาลาเรีย หรือโรคไข้จับสั่น
Anti-fatigue	ลดอาการเหนื่อยล้า
Neuroprotective	ป้องกันเซลล์ประสาท
Liver-proctective	ป้องกันการเสื่อมสภาพของตับ
Reno-protective	ป้องกันการเสื่อมสภาพของไต
Pneumo-protective	ป้องกันการเสื่อมสภาพของปอด

ที่มา: Das และคณะ (2010)

จากการค้นพบสาร ออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าวจึงทำให้เห็ดถั่งเช่าเริ่มเป็นที่รู้จักและนิยมนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรคต่างๆ และเป็นอาหารเสริมสุขภาพที่มีราคาสูงมาก เนื่องจากความต้องการบริโภคมีมากขึ้น เห็ดถั่งเช่าสีทองจึงกลายเป็นสายพันธุ์ที่มีมูลค่าสูงใน

หมู่ผู้บริโภคในตอนเหนืออเมริกา ยุโรป และเอเชีย ในประเทศจีนเห็ดถั่งเช่าสีทองมีการปลูกอย่างกว้างขวาง (Das *et al*., 2010)

มีการวิจัยพบว่าเห็ดถั่งเช่ามีสารคอร์ไดเซปิน (cordycepin) และกรดคอร์ไดเซปิก (cordycepic acid) ซึ่งช่วยเพิ่มพลังงานภายในร่างกาย และถูกใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของนักกีฬา (Parcell *et al*., 2004) ใช้ในการป้องกันและรักษาสารพัดโรค เช่น โรคหอบหืด วัณโรค โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคตับอักเสบเฉียบพลัน และเรื้อรัง โรคไต โรคหัวใจ รวมถึงโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบไหลเวียนโลหิต ความดันโลหิตสูง ภาวะที่เม็ดเลือดขาวต่ำกว่าปกติ ลดระดับน้ำตาลในเลือด อาการอ่อนล้า เครียด นอนไม่หลับ โรคระบบประสาท โรคเบาหวาน เพิ่มภูมิคุ้มกัน เพิ่มความแข็งแรงของร่างกายให้ต้านทานต่อแบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อเอชไอวี ต้านเซลล์มะเร็ง และเซลล์เนื้องอก แก้ความผิดปกติทางเพศทั้งในเพศชาย และหญิง (Kodama *et al*., 2000; Lin *et al*., 2007; Das *et al*., 2010) อีกทั้งยังมีอะดีโนซีน โปรตีน สเตอรอล และโพลีแซคคาไรด์ ชนิด Beta 1, 3 และ Beta 1, 6 D – glucan ที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคในร่างกาย ลดน้ำตาลในเลือด และยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ต่างๆ (Lin *et al*., 2012) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สารแลนติแนนที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน (Lee *et al*., 2011) ชะลอการแพร่ของเซลล์มะเร็ง (Bhandari *et al*., 2010) สารคอร์ไดเซปินมีสูตรโมเลกุล $C_{10}H_{13}N_5O_3$ (3'-deoxyadenosine)

เห็ดถั่งเช่าสีทองประกอบไปด้วย นิวคลีโอไซด์ (nucleosides) มากกว่า 10 ชนิด นิวคลีโอไซด์เกี่ยวข้องกับกลไกและการทำงานของกลไกในกระบวนการทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทส่วนกลาง (Gu *et al*., 2007) และต้านการเกิดเนื้องอก (Müller *et al*., 1977) โพลีแซ็กคาไรด์ ในเห็ดถั่งเช่าสีทองช่วยต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มภูมิคุ้มกัน และชะลอความชรา (Yu *et al*., 2007) ต้านการเกิดเนื้องอกและเซลล์มะเร็ง (Wasser, 2002) มีฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบ และส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันในหนูทดลอง (Wu *et al*., 2012)

นอกจากนี้เห็ดถั่งเช่าสีทองอุดมไปด้วยสารสำคัญหลายชนิดที่มีผลทางชีวภาพ เช่น โมโนแซ็กคาไรด์ ไดแซ็กคาไรด์ โพลีแซ็กคาไรด์ (เบต้ากลูแคน) แมนนิทอล กาแล็กโตส อะดีโนซีน คอร์ไดเซปิน กรดคอร์ไดเซปิก กรดอะมิโน โปรตีน สเตอรอล วิตามิน และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์หลายชนิด เช่น ไบโอติน กรดโฟลิก ไนอาซิน กรดแพนโทธีนิก ซิลีเนียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก คอปเปอร์ สังกะสี แมงกานีส และซิลีเนียม เป็นต้น (Das *et al*., 2010)

การเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า

เห็ดถั่งเช่าจะผลิตสารออกฤทธิ์ทางยามากหรือน้อยหรือไม่มีเลยนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ สายพันธุ์ วิธีการเพาะเลี้ยง สูตรอาหารเพาะเลี้ยง สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ แสง และอื่นๆ อีกมากมาย ยกตัวอย่าง เช่น Lim และคณะ (2012) รายงานว่า การใช้เมล็ดข้าวฟ่างเพาะเห็ดถั่งเช่าจะทำให้ได้ปริมาณอะดีโนซีน และดี-แมนนิทอลสูง แต่ในช่วงสัปดาห์แรกจะต้องเลี้ยงในที่มืด จะทำการเก็บผลผลิตได้หลังการเพาะไปได้ 40 วัน หากต้องการอะดีโนซีนสูง แต่หากต้องการดีแมนนิทอลสูงจะต้องเก็บวันที่ 50 แต่หากต้องการปริมาณคอร์ไดเซปินสูงควรเพาะด้วยเมล็ดถั่วเหลือง โดยช่วง 2 สัปดาห์แรกจะเลี้ยงในที่มืด และจะทำการเก็บผลผลิตได้หลังเพาะไปได้ 50 วัน ในช่วงหลังการเพาะไปได้ 40-50 วัน ปริมาณอะดีโนซีนจะลดลง แต่คอร์ไดเซปินจะเพิ่มขึ้น

การเติมสารบางตัวลงไปในอาหารเพาะเลี้ยงจะช่วยเพิ่มปริมาณสารออกฤทธิ์ทางยาให้มีมากขึ้น เช่น การเติม sodium selenite ความเข้มข้น 18.0 ppm ลงในวัสดุเพาะที่เป็นข้าวสาลีจะช่วยทำให้ SOD activity, contents of cordycepin, cordycepic acid, adenosine, cordycep polysaccharides และ total amino acid เพิ่มขึ้น 121/145, 124/74, 325/520, 130/284, 121/145 และ 157/554 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเทียบกับวัสดุเพาะที่ไม่ได้ใส่สารนี้ (Dong *et al*., 2012a)

สีของแสงมีผลต่อปริมาณคอร์ไดเซปิน อะดีโนซีน และการเจริญของเส้นใย เห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะในอาหารเหลวภายใต้สภาพแสงสีน้ำเงินจะมีปริมาณคอร์ไดเซปินสูงกว่าที่เลี้ยงภายใต้แสงชมพู และที่เพาะภายใต้แสงสีชมพูจะมีปริมาณคอร์ไดเซปินสูงกว่าที่เพาะในแสงปกติ แสงสีแดง และที่มืด เห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพาะภายใต้แสงสีแดงมีปริมาณอะดีโนซีนสูงกว่าที่เพาะภายใต้แสงสีชมพู ที่มืด แสงปกติ และแสงสีน้ำเงิน ด้านการเจริญของเส้นใยพบว่า แสงสีแดงส่งเสริมการเจริญดีกว่าแสงสีชมพู ที่มืด และแสงปกติ ส่วนแสงสีน้ำเงินให้ผลการเจริญของเส้นใยต่ำที่สุด (Dong *et al*., 2012b)

วิธีการเพาะ

วิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดถั่งเช่า สามารถทำได้ 2 แบบใหญ่ๆ ได้แก่ การเพาะด้วยตัวหนอนหรือดักแด้ และการเพาะด้วยอาหาร

การเพาะด้วยตัวหนอน

เป็นวิธีการที่เลียนแบบธรรมชาติ โดยทำการใส่เชื้อลงไปในหนอนสกุล *Thitorodes* (hepialus) โดยที่หนอนนั้นยังมีชีวิตอยู่ เมื่อหนอนได้รับเชื้อ จะค่อยๆ อ่อนแอ และตายในที่สุด เห็ดจะงอกออกมาจากตัวหนอน หนอนที่ใช้เพาะเชื้ออาจเก็บมาจากธรรมชาติ โดยเก็บรังไหมมาแล้ว ทำการผ่าเอาดักแด้มาใช้ หรืออาจทำการเก็บไข่ผีเสื้อมาทำการเพาะจนได้ดักแด้ก็ได้

สำหรับบ้านเราอาจใช้หนอนไหม หรือหนอนรถด่วนแทนได้ การเพาะด้วยตัวหนอน ทำได้ทั้งในสภาพปลอดเชื้อ โดยเลี้ยงในขวดแก้ว หรืออาจเพาะในโรงเรือนที่สะอาด สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในได้ โดยเพาะในกระบะ

การเพาะในขวดแก้ว (สภาพปลอดเชื้อ)

ต้องทำในห้องปฏิบัติการ และตู้เขี่ยเชื้อที่สะอาด อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ โดยมากจะใช้ดักแด้ที่ผ่าออกมาจากรังไหม โดยนำดักแด้มาเช็ดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเพื่อทำความสะอาดหรือจะใช้เลยก็ได้ เพราะดักแด้ที่อยู่ในรังไหมค่อนข้างสะอาดอยู่แล้วทำการใส่เชื้อเห็ดลงในตัวดักแด้โดยทำในตู้เขี่ยเชื้อ โดยอาจใช้วิธีป้าย สเปรย์ ฉีด หรือกรีดให้เป็นแผลแล้วใส่เชื้อเห็ดลงในตัวดักแด้ จากนั้นใส่ลงในขวดแก้วที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ปิดฝาให้สนิท นำไปเพาะเลี้ยงต่อไปช่วงแรกหลังจากการใส่เชื้อให้นำไปเก็บในที่มืดเป็นเวลาประมาณ 7-10 วัน จากนั้นจึงให้แสงสว่าง

การเพาะในกระบะ (โรงเรือน)

ทำการเลี้ยงหนอนไหม (*Bombyx mori*) ในกระบะในโรงเรือนแบบปิดที่สะอาดและสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในได้ โดย ทำการสเปรย์หัวเชื้อเห็ด (ผสมกับ starchsyrup) ลงบนตัวหนอนที่เพิ่งลอกคราบระยะที่ 5 (ช่วงลอกคราบหนอนจะอ่อนแอที่สุด) โดยจะทำการสเปรย์ 3 ครั้ง ห่างกัน 12 ชั่วโมงทำการให้อาหารหนอนด้วยใบไม้ไปจนกระทั่งเข้าดักแด้ หลังจากเข้าดักแด้เป็นเวลา 11 วันให้ทำการผ่ารังไหมเอาดักแด้ที่ติดเชื้อออกมา นำไปบ่มบนกระบะเพาะที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 20-22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 95 เปอร์เซ็นต์ ในที่มืดเพื่อให้เชื้อพัฒนาเป็นดอกเห็ด มีการให้น้ำเป็นระยะเพื่อป้องกันไม่ให้แห้งเกินไป วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการเพาะเห็ดถั่งเช่าหิมะที่ประเทศเกาหลี มีการปรับปรุงพันธุ์หนอนไหมให้เหมาะแก่การเพาะเห็ดถั่งเช่าโดยเฉพาะ (Kang *et al*., 2010)

การเพาะด้วยอาหาร

เห็ดถั่งเช่าแต่ละชนิดต้องการอาหารที่ไม่เหมือนกันแต่สามารถเจริญบนอาหารสูตรพื้นฐานได้ ส่วนการที่จะเจริญเติบโตให้ผลผลิตดีนั้น ควรทำการเลือกใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมกับเชื้อเห็ดชนิดนั้นๆ อาหารที่ใช้เพาะเชื้อเห็ดนั้นอาจเป็นอาหารวิทยาศาสตร์ ได้มาจากการผสมสารเคมีหลายๆ ชนิด หรืออาจเป็นวัตถุดิบตามธรรมชาติก็ได้วัตถุดิบแต่ละชนิดที่นำมาทำอาหารมีคุณค่าทางสารอาหารต่างกันสามารถแบ่งตามลักษณะของอาหารได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ ได้แก่

อาหารแข็ง

อาหารแข็งอาจเป็นอาหารวุ้น หรือเมล็ดธัญพืชก็ได้ โดยจะนำหัวเชื้อเห็ดมาวางบนอาหาร แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 - 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 - 45 วันโดยใน 2 สัปดาห์แรกบ่มในที่มืด จากนั้นให้ได้รับแสง 14 - 16 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มของแสง 1,000 - 3,000 ลักซ์

อาหารเหลว

โดยปกติในการเพาะด้วยอาหารเหลว ผลผลิตเห็ดถั่งเช่าจะเก็บลักษณะเป็นเส้นใย การเพาะด้วยอาหารเหลวจำเป็นต้องใช้เทคนิคพิเศษในการเพาะเลี้ยง เช่น การเลี้ยงแบบเขย่า (shaking culture) การเลี้ยงแบบแช่ในอาหาร (submerged culture) การเพาะเลี้ยงบนผิวหน้าอาหารเหลว (surface liquid culture) และ การเลี้ยงแบบต่อเนื่อง (continuous culture หรือ repeated batch culture) เทคนิคการเลี้ยงแบบเขย่า ทำได้โดยตัดหัวเชื้อเห็ดที่ขึ้นบนอาหารวุ้นด้วยมีดที่ฆ่าเชื้อแล้วขนาด 5 ตารางมิลลิเมตร นำไปใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 หรือ 500 มิลลิลิตร ที่มีอาหารเหลวบรรจุอยู่ 50 - 100 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 20 - 25 องศาเซลเซียส โดยวางบนเครื่องเขย่า ตั้งความเร็วที่ 50 - 150 รอบต่อนาที ประมาณ 5-7 วัน จากนั้นนำเชื้อมาใช้ได้ (Das *et al*., 2010) เห็ดถั่งเช่าที่เลี้ยงในอาหารเหลว สามารถเก็บผลผลิตโดยการกรองเอาเส้นใยเห็ด หากเลี้ยงด้วยอาหารกึ่งเหลวจะสามารถเก็บผลผลิตเห็ดเป็นลักษณะแผ่นเส้นใยเห็ด หลังจากเก็บผลผลิตแล้วจะนำมาทำให้แห้งโดยการอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำไปบดให้ละเอียดเพื่อบรรจุแคปซูลเห็ดถั่งเช่าที่เป็นผง หรือบรรจุแคปซูลที่วางขายทั่วไปตามท้องตลาดผลิตมาจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากสามารถผลิตได้ปริมาณมาก ใช้ระยะเวลาการผลิตน้อยกว่า และมีสารสำคัญใกล้เคียงกับดอกเห็ดสารสกัดที่ได้จากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าให้ผลยับยั้งขบวนการ liposome oxidation ซึ่งก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับ oxidative stress เช่น มะเร็ง และภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัว ได้ดีกว่าสารสกัดจากดอกเห็ดถั่งเช่า (Yu *et al*., 2006)

อาหารเพาะเห็ดถั่งเช่า

อาหารเพาะเห็ดถั่งเช่ามีมากมายหลายสูตร การที่เห็ดจะเจริญได้ดีหรือไม่ นอกจากสูตร อาหารแล้วยังขึ้นกับสภาพแวดล้อมด้วย เช่น อุณหภูมิ แสง และความชื้น เป็นต้น โดยทั่วไปส่วนประกอบหลักในอาหารเพาะเห็ดถั่งเช่าจะประกอบไปด้วย

แหล่งให้คาร์บอน (carbon source) ได้แก่ เมล็ดธัญพืช แป้ง น้ำตาล

แหล่งให้ไนโตรเจน (nitrogen source) ได้แก่ ยีสต์สกัด (yeast extract) เปปโตน (peptone) เนื้อสกัด ไข่ ผงดักแด้หนอนไหม มันฝรั่งสกัด

บัฟเฟอร์ (buffer) ปุ๋ย 0-52-34 (monopotassiumphosphate) กรดมะนาว (citric acid)

ดีเกลือ (magnesium sulfate)

วิตามิน (vitamin) ใช้วิตามิน บี1 (vitamin B1หรือ thiamine chloride)

สูตรอาหารที่มีสารอาหารมาก (rich media) เช่น czapek yeast extract agar (CZYA), sabouraud maltose agar plus yeast extract (SMAY), sabouraud dextrose agar plus yeast extract (SDAY) จะส่งเสริมให้การสร้างเม็ดสี (pigmentation) ของดอกเห็ดถั่งเช่ามีมากขึ้น ทำให้สีสดสวยงาม (Shrestha *et al*., 2006)

การใช้เห็ดถังเช่าสีทองเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์

ปัจจุบันมีการนำเห็ดถั่งเช่าสีทอง หรือวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมาเป็นส่วนผสมในการประกอบสูตรอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสัตว์ กันติกา และคณะ (2557) ศึกษาผลของการใช้เห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อทดแทนสารเร่งการเจริญเติบโตที่เป็นยาปฏิชีวนะต่อสมรรถภาพการผลิต และจุลินทรีย์ในลำไส้ของไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Arber Acres เพศผู้ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ให้ไก่ได้รับอาหาร 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (CON) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมคลอร์เตตราไซคลีน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (CTC) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมเห็ดถั่งเช่าสีทอง หรือยาปฏิชีวนะ มีอัตราแลกเนื้อ และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมดีกว่า และมีปริมาณของเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในลำไส้ใหญ่ต่ำกว่าไก่เนื้อกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) นอกจากนี้ การเสริมเห็ดถั่งเช่าสีทองทุกระดับ ทำให้ไก่มีปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ *Bifidobacteria* spp. และ *Lactobacillus* spp. สูงกว่าไก่เนื้อ กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมยาปฏิชีวนะและกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) สรุปได้ว่า เห็ดถั่งเช่าสีทองสามารถใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะได้ ผลของการเสริมเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตและเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ของไก่เนื้อ สอดคล้องกับการศึกษาของ Koh และคณะ (2003) ที่พบว่า การเสริมสารสกัดจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าทิเบต (*Cordyceps sinensis*) ที่ระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ช่วยให้ไก่เนื้อ มีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการมีชีวิตรอด และการตอบสนองต่อวัคซีนโรคนิวคาสเซิล เทียบเท่ากับการใช้ยาปฏิชีวนะและดีกว่ากลุ่มควบคุม อีกทั้งยังส่งเสริมการเจริญของเชื้อ *Lactobacilli* spp. และยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* spp. ($P<0.05$) และการศึกษาของ Yu และคณะ (2001) ที่พบว่า โพลีแซ็กคาไรด์ในเส้นใยเห็ดถั่งเช่าสีทองประกอบไปด้วยกลูแคน และกาแลคโตแมนแนนที่จัดเป็นพรีไบโอติกที่ส่งเสริมการเจริญของเชื้อที่เป็นประโยชน์และลดการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคในทางเดินอาหารของสัตว์

มงคล และคณะ (2558) ได้ศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่า โดยให้ไก่เนื้อได้รับอาหาร 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหารพื้นฐาน (CON) กลุ่มอาหารพื้นฐานเสริมอะไวลาไมซิน 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (AVL) และกลุ่มอาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 50 (SMS50), 100 (SMS100) และ 200 (SMS200) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมด้วยวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าทีทอง 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุด ($P<0.05$) การเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทุกระดับช่วยให้ไก่มีอัตราการแลกเนื้อดีกว่ากลุ่ม CON และกลุ่ม AVL ($P<0.05$) ขณะที่ ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของไก่กลุ่ม SMS50 และ SMS100 มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่ม AVL ($P<0.05$) นอกจากนี้ เชื้อก่อโรค *Clostridia* spp., *Enterococci*, *E. coli* และ *Salmonella* spp. ในลำไส้ของไก่เนื้อของกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ในกลุ่ม *Bifidobacteria* spp. และ *Lactobacillus* spp. มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานและกลุ่มที่เสริมด้วยยาปฏิชีวนะ ($P<0.05$)

นอกจากนี้ ยังมีการนำวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองเสริมในอาหารไก่ไข่ จากการศึกษาของชัยวัฒน์ และคณะ (2559) ได้ศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต และจุลินทรีย์ในไส้ตันของไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Isa Brown วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ให้ไก่ได้รับอาหาร 4 กลุ่ม ได้แก่ อาหารพื้นฐาน (CON) อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 0.5, 1.0 และ 2.0 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าไก่ไข่ทุกกลุ่มมีปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน และผลผลิตไข่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ขณะที่ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทุกกลุ่มมีน้ำหนักไข่ และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) และพบว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารส่งผลให้ไก่ไข่มีปริมาณเชื้อ *Lactobacillus* spp. และเชื้อ *Bifidobacterium* spp. ในลำไส้ตันมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ขณะที่ส่งผลให้เชื้อ *Clostridium* spp. *Coliforms* และ *E. coli* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ชัยวัฒน์ และคณะ (2558) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในไก่ไข่ พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทุกกลุ่มมีน้ำหนักไข่ และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) นอกเหนือจากนั้น ยังพบว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีปริมาณคอเลสเตอรอลรวม และไตรกลีเซอไรด์ในไข่ต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P<0.05$)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง

2. เพื่อศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารที่ระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด และคุณภาพซากของไก่เนื้อ

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

วัสดุ อุปกรณ์

1. ไก่เนื้อเพศผู้ พันธุ์ Ross 308 อายุ 1 วัน จำนวน 500 ตัว
2. วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง
3. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ประกอบด้วย ข้าวโพดบด กากถั่วเหลือง ปลาป่น เปลือกหอยบด ไดแคลเซียมฟอสเฟต น้ำมันพืช เกลือป่น และพรีมิกซ์รวม เป็นต้น
4. วิตามินและเกลือแร่สำหรับไก่เนื้อ
5. เครื่องชั่งน้ำหนักไก่
6. เครื่องมือสำหรับประเมินลักษณะซากไก่
7. โรงเรือนเลี้ยงไก่ระบบปิดและอุปกรณ์ในการเลี้ยง
8. อุปกรณ์และวัสดุทางการแพทย์ (เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยา และถุงมือ เป็นต้น)
9. อุปกรณ์และวัสดุทางการเกษตร (รองเท้าบูท ผ้ายางกันเปื้อน และถังน้ำ เป็นต้น)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้ไก่เนื้อเพศผู้ สายพันธุ์ Ross 308 อายุ 1 วัน จำนวน 500 ตัว โดยไก่ทดลองผ่านการทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล โรคกัมโบโร่ โรคฝีดาษ และโรคหลอดลมอักเสบติดต่อ ในระยะ 7 วันแรกไก่ทดลองทั้งหมดได้รับสารเสริมวิตามินและแร่ธาตุ เลี้ยงไก่ทดลองในโรงเรือนควบคุมอุณหภูมิระบบปิด (evaporative cooling house)

2. การเตรียมอาหารทดลอง

2.1 วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้ง

การเตรียมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้ง โดยวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ใช้เป็นผลพลอยได้จากการเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง ภายหลังจากการเก็บดอกเห็ดไปแล้ว ของภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110

โดยนำวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองตากแดดจนแห้งเป็นเวลา 3 วัน หลังจากนั้นนำวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมาบดย่อยด้วยเครื่องสับย่อย แล้วนำไปบรรจุในถุงเพื่อเก็บไว้ใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมต่อไป

2.2 อาหารทดลอง

อาหารที่ใช้ทดลองครั้งนี้เป็นอาหารผงผสมครบส่วน (complete feed) ที่ประกอบด้วย ข้าวโพดป่น กากถั่วเหลือง และปลาป่นเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน โดยแบ่งอาหารเป็น 2 ระยะตามการเจริญเติบโต คือ ระยะแรก 0-21 วัน มีโปรตีนรวม 23 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,000 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร และคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อ ระยะ 0-21 วัน

วัตถุดิบ	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)				
	0.0	**CTC 0.1**	**0.1**	**0.25**	**0.5**
SMCM[1]	0.00	0.00	0.10	0.25	0.50
CTC[2]	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
แป้งข้าวโพด	0.50	0.40	0.40	0.25	0.00
ข้าวโพดบด	50.28	50.28	50.28	50.28	50.28
กากถั่วเหลือง	31.93	31.93	31.93	31.93	31.93
ปลาป่น	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
เปลือกหอยบด	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
น้ำมันปาล์ม	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90
เกลือป่น	0.30	0.30	0.30	0.3	0.3
พรีมิกซ์รวม	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
โภชนะจากการคำนวณ					
โปรตีน (%)	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
แคลเซียม (%)	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
เมทไธโอนีน (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000

[1]SMCM = spent mushroom *Cordyceps militaris*; [2]CTC = chlortetracycline.

ระยะเจริญเติบโต 22-36 วัน โดยมีโปรตีนรวม 21 เปอร์เซ็นต์ มีพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5) ซึ่งเป็นระดับโปรตีนรวม และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ ตามความต้องการของไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308

ตารางที่ 5 สัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร และคุณค่าทางโภชนะของอาหารไก่เนื้อระยะ 22-36 วัน

วัตถุดิบ	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)				
	0.0	**CTC 0.1**	**0.1**	**0.25**	**0.5**
SMCM[1]	0.00	0.00	0.10	0.25	0.50
CTC[2]	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
แป้งข้าวโพด	0.50	0.40	0.40	0.25	0.00
ข้าวโพดบด	51.72	51.72	51.72	51.72	51.72
กากถั่วเหลือง	28.55	28.55	28.55	28.55	28.55
ปลาป่น	8.22	8.22	8.22	8.22	8.22
เปลือกหอยบด	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
น้ำมันปาล์ม	8.95	8.95	8.95	8.95	8.95
พรีมิกซ์รวม	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
โภชนะจากการคำนวณ					
โปรตีน (%)	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
แคลเซียม (%)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
ฟอสฟอรัสที่ใช้ประโยชน์ได้ (%)	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39
เมทไธโอนีน (%)	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (kcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200

[1]SMCM = spent mushroom *Cordyceps militaris*; [2]CTC = chlortetracycline.

3. การวางแผนการทดลอง

การทดลองครั้งนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีกลุ่มทดลอง (treatment) ที่มีการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารไก่เนื้อที่ระดับต่างๆ แบ่งเป็น 5 สูตร ดังต่อไปนี้

ทรีทเมนต์ที่ 1 (T1) ไม่เสริม หรือ กลุ่มควบคุม (0.0)

ทรีทเมนต์ที่ 2 (T2) กลุ่มควบคุมเสริมคลอร์เตตราไซคลีน 0.1% (0.1% CTC)

ทรีทเมนต์ที่ 3 (T3) กลุ่มควบคุมเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 0.1% (0.1% SMCM)

ทรีทเมนต์ที่ 4 (T4) กลุ่มควบคุมเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 0.25% (0.25% SMCM)

ทรีทเมนต์ที่ 5 (T5) กลุ่มควบคุมเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 0.5% (0.5% SMCM)

สุ่มให้ไก่ทดลองแต่ละทรีทเมนต์ได้รับอาหารตามที่กำหนดจำนวน 5 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 25 ตัว ใช้ระยะเวลาทดลอง 36 วัน

4. วิธีการทดลอง

4.1 การบันทึกข้อมูลการเลี้ยง

1. บันทึกน้ำหนักไก่ทดลอง ทำการชั่งน้ำหนักไก่เมื่อเริ่มต้นทดลองจากนั้นชั่งน้ำหนักตัวที่อายุ 21 วัน และ 36 วัน ตามลำดับ เพื่อคำนวณหาน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (body weight gain, BWG)

2. บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ ปริมาณอาหารที่เหลือที่อายุ 21 และ 36 วัน เพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่กิน (feed intake, FI) และคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio, FCR) ซึ่งคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{BWG} = \text{น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักตัวเมื่อเริ่มการทดลอง}$$

$$\text{FI} = \text{ปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด} - \text{ปริมาณอาหารที่เหลือ}$$

$$\text{FCR} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่ม}}$$

3. บันทึกจำนวนไก่ตายในแต่ละวัน เพื่อคำนวณอัตราการตายของไก่แต่ละสัปดาห์

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{จำนวนไก่ที่ตาย}}{\text{จำนวนไก่เริ่มต้น}} \times 100$$

4.2 การเก็บข้อมูลเลือด

การเก็บตัวอย่างเลือดไก่โดยไม่ต้องอดอาหาร โดยเก็บจากเส้นเลือดดำที่ปีก (wing vein) ปริมาณตัวละ 3 ลบ.ซม. ที่อายุ 21 วัน และ 36 วัน ตามลำดับ โดยเก็บใส่ในหลอดเก็บเลือด

เพื่อตรวจวัดปริมาณโคเลสเตอรอล LDL (low density lipoprotein), HDL (high density lipoprotein) ไตรกลีเซอไรด์และโปรตีนรวม เป็นต้น โดยใช้เครื่อง Cromtech Vet-biochemistry Semi–Auto Analyzer PUS-2018 (Mumbai, Maharashtra, India)

4.3 การประเมินลักษณะซาก

เมื่อไก่อายุ 36 วัน ทำการฆ่า และชำแหละไก่ทดลอง โดยการสุ่มไก่มาจากแต่ละทรีทเมนต์ๆ ละ 16 ตัว โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานคือ ให้ไก่อดอาหารก่อนฆ่า 8-10 ชั่วโมง แต่ให้ไก่กินน้ำสะอาดเท่านั้น หลังจากอดอาหารทำการชั่งน้ำหนักมีชีวิต (live weight) จากนั้นฆ่าโดยใช้มีดตัดเส้นเลือดดำใหญ่ (jugular vein) โดยไม่ให้ถูกหลอดลม หัวและคอยังติดกับตัวไก่ไปจนถึงเวลาเอาอวัยวะภายในออก จากนั้นนำไปลวกน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที แล้วถอนขน (plucking) ด้วยเครื่อง แล้วเอาอวัยวะภายในออก (evisceration) จากนั้นผ่าบริเวณ pelvic bone กับทวารหนักตัดคอตามรอยกระดูก atlas joint และตัดแข้งทั้ง 2 ตามข้อเข่าออก แล้วดึงอวัยวะภายในออก และล้างทำความสะอาด จากนั้นตัดแยกชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ ขาและสะโพก (leg and thighs) ปีก (wing) ลำตัว (body) โดยแบ่งส่วนของลำตัวเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ลำตัวส่วนบน (upper body) และลำตัวส่วนล่าง (lower body) และอก (breast) โดยแบ่งลำตัวส่วนบนออกเป็น 2 ส่วน ตามกึ่งกลางของอก (สัญชัย, 2543)

4.3.1 การเก็บข้อมูลซาก

1. น้ำหนักซากเมื่อคิดเป็นร้อยละ (dressing percentage)

$$\text{เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซากทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

2. น้ำหนักซากส่วนต่างๆ ได้แก่ เนื้อหน้าอก ปีก สะโพก น่อง กระดูก และไขมันรวม เป็นต้น

4.3.2 การเก็บข้อมูลกายภาพ

1. การประเมินสีของเนื้อ

ตรวจวัดค่าสีของกล้ามเนื้อ ทั้งทางด้านหน้า (anterior) และด้านหลัง (posterior) ประเมินหาค่าเฉลี่ยสีของเนื้อส่วนอก และส่วนสะโพกด้วยเครื่อง Hunter Lab color meter โดยรายงานค่าที่ประเมินได้ในระบบ CIE (Commission on Illumination) แสดงผลเป็นค่า L* (lightness), a* (redness) และ b* (yellowness) ตามรายละเอียดที่ระบุไว้ใน Warriss (2000)

2. การหาค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ

ทำการวัดค่า pH ที่กล้ามเนื้อหน้าอกในชั่วโมงที่ 0 และ 24 ภายหลังการฆ่า

3. ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity)

3.1 ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ (drip loss)

ทำการสุ่มเนื้อสดส่วนอกและส่วนสะโพก 2 ตัวอย่าง/ตัว/ชนิดเนื้อ ทำการซับให้แห้ง จากนั้นทำการตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดความกว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1.5 x 3.0 x 0.5 เซนติเมตร ชั่งน้ำหนักของเนื้อ นำไปวางลงบนกระดาษกรอง คลุมด้วยถุงพลาสติก จากนั้นจึงนำไปวางในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก และนำมาคำนวณหาค่าการสูญเสียน้ำโดยคิดเป็นร้อยละ ดังสูตรคำนวณ (ไชยวรรณ และคณะ, 2547)

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บ} = \frac{(\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ } 1 - \text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ } 2)}{\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ } 1} \times 100$$

3.2 ค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก (cooking loss)

ทำการสุ่มเนื้อสดส่วนอกและส่วนสะโพก 2 ตัวอย่าง/ตัว/ชนิดเนื้อ มาตัดให้มีขนาด กว้าง x ยาว x หนา เท่ากับ 1.5 x 3.0 x 0.5 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปบรรจุไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิททนความร้อน (poly-bag zipper) แล้วนำไปต้มให้สุกในอ่างน้ำร้อน (water bath) ที่อุณภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ในน้ำเย็นจนมีอุณภูมิลดลงเท่ากับอุณภูมิห้อง แล้วจึงนำตัวอย่างเนื้อออกจากถุงพลาสติก ซับด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 หลังจากนั้นจึงนำไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำน้ำหนักทั้งสองค่ามาคำนวณโดยคิดเทียบเป็นร้อยละของการสูญเสีย ดังสูตรคำนวณ (ไชยวรรณ และคณะ, 2547)

$$\% \text{ การสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก} = \frac{(\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ } 1 - \text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ } 2)}{\text{น้ำหนักเนื้อชั่งครั้งที่ } 1} \times 100$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยใช้โปรแกรม SPSS Statistics 16.0 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ตามวิธีการของ Steel และ Torrie (1980)

บทที่ 3
ผล และวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ทดลอง

1. วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของโภชนะในวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยวิธีประมาณ (proximate analysis) แสดงในตารางที่ 6 พบว่าวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีปริมาณ วัตถุแห้ง โปรตีนรวม เยื่อใยรวม ไขมันรวม เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส เท่ากับร้อยละ 96.81, 14.19, 9.15, 2.77, 1.97, 0.25 และ 0.38 ตามลำดับ และมีพลังงานรวม 4,169.7 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในขณะที่พบสารคอร์ไดเซปิน และสารอะดีโนซีนมีค่าเท่ากับ 9.75 และ 0.28 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งตรงกับการรายงานของ ธัญญา (2557) ที่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของฐานเห็ด (corpus) หรือวัสดุเพาะที่เหลือหลังจากเก็บดอกเห็ดออกไปแล้วพบว่ายังมีสารคอร์ไดเซปินเหลืออยู่ โดยมีปริมาณสารคอร์ไดเซปิน 3,285 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง หรือคิดเป็น 3.29 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Liu และคณะ (2014) ที่กล่าวว่าสารคอร์ไดเซปินในเห็ดถั่งเช่ามีมากที่สุดในส่วนของดอกเห็ด (fruiting body) รองลงมาคือในส่วนเส้นใย (mycelium)

2. อาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง

จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีของโภชนะในอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองโดยวิธีประมาณ (proximate analysis) แสดงดังตารางที่ 6 พบว่าอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองระยะเริ่มต้น (0-21 วัน) มีปริมาณ วัตถุแห้ง โปรตีนรวม เยื่อใยรวม ไขมันรวม เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส เท่ากับร้อยละ 97.68, 24.13, 3.77, 7.80, 7.11, 1.54 และ 0.71 ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณโปรตีนรวมจากการวิเคราะห์มีค่าสูงกว่าค่าโปรตีนรวมจากการคำนวณเล็กน้อย โดยที่ค่าโปรตีนรวมจากการคำนวณค่าเท่ากับ 23 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าพลังงานรวมที่วิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 4,242.6 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ในขณะที่ค่าองค์ประกอบทางเคมีค่าอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน โดยความต้องการโภชนะของไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 ระยะเริ่มต้นมีความต้องการโปรตีนรวม 23.00 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.96 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.48 เปอร์เซ็นต์ (Aviagen, 2019) ซึ่งค่าโภชนะในอาหารจากการวิเคราะห์มีค่าโภชนะเพียงพอต่อความต้องการของไก่เนื้อตามสายพันธุ์

ในขณะที่อาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองระยะสิ้นสุด (22-36 วัน) มีปริมาณ วัตถุแห้ง โปรตีนรวม เยื่อใยรวม ไขมันรวม เถ้า แคลเซียม และฟอสฟอรัส เท่ากับร้อยละ 97.59, 21.81, 3.38, 10.98, 6.52, 1.42 และ 0.62 ตามลำดับ และมีพลังงานงานรวม 4,428.3 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม โดยค่าโปรตีนจากการวิเคราะห์มีค่าสูงกว่าค่าโปรตีนการคำนวณที่มีค่าเท่ากับ 21 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ค่าองค์ประกอบทางเคมีค่าอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกับค่าจากการคำนวณ โดยความต้องการโภชนะของไก่เนื้อสายพันธุ์ Ross 308 ระยะสิ้นสุดมีความต้องการโปรตีนรวม 21.00 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.79 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.39 เปอร์เซ็นต์ (Aviagen, 2019) ซึ่งค่าองค์ประกอบทางเคมีของโภชนะในอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 2 ช่วงอายุ มีองค์ประกอบทางเคมีของโภชนะที่ที่เพียงพอตามความต้องการของไก่เนื้อตามสายพันธุ์

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง และอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (เปอร์เซ็นต์บนฐานวัตถุแห้ง)

องค์ประกอบทางเคมี	**อาหารไก่เนื้อ ระยะ 0-21 วัน**	**อาหารไก่เนื้อ ระยะ 22-36 วัน**	**วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง**
วัตถุแห้ง	97.68	97.59	96.81
โปรตีนรวม	24.13	21.81	14.19
เยื่อใยรวม	3.77	3.38	9.15
ไขมันรวม	7.80	10.98	2.77
เถ้า	7.11	6.52	1.97
แคลเซียม	1.54	1.42	0.25
ฟอสฟอรัส	0.71	0.62	0.38
พลังงานรวม (kcal/kg)	4,242.6	4,428.3	4,169.7
คอร์ไดเซปิน (g/kg))	-	-	9.75
อะดีโนซีน (g/kg)	-	-	0.28

การศึกษาการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 7 และ 8 โดยมีผลการทดลองดังนี้

1. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (body weight gain)

จากตารางที่ 7 พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทุกกลุ่มมีน้ำหนักเริ่มต้น และน้ำหนักสุดท้าย ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 42.73-43.92 และ 2,007.47-2,112.59 กรัมตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักตัวของไก่เนื้ออายุ 0-21 วัน ของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 2.5 กรัมต่อกิโลกรัม และไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.0, 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 652.07-705.53 กรัม ขณะที่น้ำหนักของไก่เนื้อตลอดการเลี้ยง 0-36 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1,964.93-2,069.85 กรัม โดยปกติแล้วไก่เนื้อสายพันธุ์รอสส์ที่อายุ 36 วันจะมีน้ำหนักอยู่ที่ประมาณ 2,400 กรัม (Aviagen, 2018) ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าไก่เนื้อทุกกลุ่มมีน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของสายพันธุ์ สาเหตุเนื่องมาจากอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นอาหารชนิดผง จึงส่งผลให้ปริมาณการกินได้ของไก่เนื้อน้อยกว่าอาหารอัดเม็ด โดยปกติแล้วไก่สายพันธุ์ Ross 308 ที่อายุ 36 วัน จะมีปริมาณการกินได้อยู่ที่ประมาณ 3,700 กรัม (Aviagen, 2018) ในขณะที่ผลจากการทดลองมีปริมาณการกินได้เฉลี่ยอยู่ที่ 2,734 กรัม ซึ่งไก่เนื้อที่กินอาหารอัดเม็ดมีปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันที่มากกว่าไก่กลุ่มที่กินอาหารรูปแบบผง (สรัสนันท์, 2549) ทำให้ไก่เนื้อที่ทดลองได้รับปริมาณโภชนะต่างๆ โดยเฉพาะโปรตีน และพลังงานน้อยกว่ากว่าการกินอาหารอัดเม็ด ส่งผลให้น้ำหนักตัวน้อยกว่าเกณฑ์ตามสายพันธุ์

2. อัตราการเจริญเติบโต (growth rate)

อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันของไก่เนื้ออายุ 0-21 วัน แสดงดังตารางที่ 7 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันต่ำที่สุด (31.05 กรัม) ซึ่งไม่แตกต่างกับไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐาน (32.17 กรัม) และกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (32.00 กรัม) ในขณะที่ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันสูงที่สุด ซึ่งเท่ากับ 33.59 กรัม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันของไก่เนื้อเมื่อได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีค่าลดลงเมื่อมีการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 7 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่ระดับต่างๆ ของไก่เนื้อช่วงอายุ 0-21, 22-36 และ 0-36 วัน

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.0	CTC[1] 0.1	0.1	0.25	0.5		
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	42.83	43.92	42.83	42.73	43.09	0.24	0.51
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	2074.08	2104.23	2007.47	2112.59	2065.90	50.75	0.62
อายุ 0-21 วัน							
น้ำหนักที่เพิ่ม	657.61^{abc}	705.53^{a}	672.04^{bc}	700.02^{ab}	652.07^{c}	9.52	<0.01
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน	32.17^{abc}	33.59^{a}	32.00^{bc}	33.34^{ab}	31.05^{c}	0.45	<0.01
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)	799.82	800.45	798.38	803.74	771.69	22.63	0.85
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	1.18	1.14	1.18	1.15	1.18	0.03	0.61
อายุ 22-36 วัน							
น้ำหนักที่เพิ่ม	1355.64	1355.41	1292.60	1369.65	1370.75	47.27	0.75
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน	96.83	96.81	92.33	97.83	97.91	3.37	0.75
ปริมาณอาหารที่กิน	1944.88	1915.56	1969.60	1873.38	1980.19	68.78	0.80
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	1.44	1.42	1.52	1.37	1.45	0.05	0.38
อายุ 0-36 วัน							
น้ำหนักที่เพิ่ม	2031.24	2060.93	1964.93	2069.85	2022.81	50.71	0.62
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน	58.04	58.80	56.13	59.14	57.79	1.44	0.62
ปริมาณอาหารที่กิน	2744.71	2716.01	2767.98	2692.12	2751.88	67.45	0.88
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	1.35	1.32	1.41	1.30	1.36	0.03	0.27

[a,b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

[1]CTC = chlortetracycline. **SEM =** ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

ซึ่งตรงกันข้ามกับการศึกษาของ มงคล และคณะ (2558) ที่ศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อสายพันธุ์อาเบอร์เอเคอร์ พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมด้วยวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01) และการศึกษาของ Koh และคณะ (2003) พบว่าการเสริมสารสกัดจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าทิเบต

(*Cordyceps sinensis*) ที่ระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ช่วยให้ไก่เนื้อมีอัตราการเจริญเติบโตเทียบเท่ากับการใช้ยาปฏิชีวนะและดีกว่ากลุ่มควบคุม ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันของไก่เนื้อช่วงอายุ 22-36 วันของไก่เนื้อทั้ง 5 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 96.83, 96.81, 92.33, 97.83 และ 97.91 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และอัตราการเจริญเติบโตของไก่เนื้อช่วงอายุ 0-36 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 58.04, 58.8, 56.13, 59.14 และ 57.79 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

3. ปริมาณอาหารที่กิน (feed intake)

จากตารางที่ 7 พบว่า ปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อทุกช่วงอายุ ได้แก่ 0-21, 22-36 และ 0-36 วัน ของไก่เนื้อทั้ง 5 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่เนื้ออายุ 0-21 วันมีค่าปริมาณอาหารที่กินได้เท่ากับ 799.82, 800.45, 798.38, 803.74 และ 771.69 กรัมตามลำดับ ไก่เนื้ออายุ 22-36 วัน มีปริมาณที่กินได้เท่ากับ 1944.88, 1915.56, 1969.60, 1873.38 และ 1980.19 กรัมตามลำดับ และไก่เนื้ออายุ 0-36 วันมีปริมาณอาหารที่กินได้เท่ากับ 2744.71, 716.01, 2767.98, 2692.12 และ 2751.88 กรัมตามลำดับ ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของมงคล และคณะ (2558) ที่ได้ศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่า โดยให้ไก่เนื้อได้รับอาหาร 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอาหารพื้นฐาน (CON) กลุ่มอาหารพื้นฐานเสริมอะไวลาไมซิน 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (AVL) และกลุ่มอาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 50 (SMS50), 100 (SMS100) และ 200 (SMS200) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมด้วยวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณอาหารที่กินสูงที่สุด (P<0.05) อย่างไรก็ตาม ปริมาณอาหารที่กินของสัตว์อาจขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ความน่ากินของอาหาร ความหนาแน่นของอาหาร ความจุของกระเพาะ สภาพภูมิอากาศ และระดับพลังงานในอาหาร เป็นต้น

4. ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (feed conversion ratio)

ประสิทธิภาพการใช้อาหารคำนวณจากสัดส่วนระหว่างปริมาณอาหารที่กินต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ซึ่งประสิทธิภาพการใช้อาหารของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดทั้งเช่าสีทองทั้ง 5 กลุ่ม ในช่วงอายุ 0-21, 22-36 และ 0-36 วัน แสดงดังตารางที่ 7 พบว่า ไก่เนื้อทุกช่วงอายุทั้ง 5 กลุ่ม มีประสิทธิภาพการใช้อาหารไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยไก่เนื้ออายุ 0-21 วันมีค่าอยู่ในช่วง 1.14- 1.18 อายุ 22-36 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 1.37-1.52 และ อายุ 0-36 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 1.30-1.41 จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารไม่ได้ส่งผลให้ไก่เนื้อมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น ตรงกันข้ามกับการศึกษาของ กันติกา

และคณะ (2557) ที่ศึกษาผลของการใช้เห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อทดแทนสารเร่งการเจริญเติบโตที่เป็นยาปฏิชีวนะต่อสมรรถภาพการผลิต และจุลินทรีย์ในลำไส้ของไก่เนื้อ โดยใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์ Arber Acres เพศผู้ โดยให้ได้อาหาร 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (CON) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมคลอร์เตตราไซคลีน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร (CTC) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ตามลำดับ พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมเห็ดถั่งเช่าสีทอง หรือยาปฏิชีวนะ มีอัตราแลกเนื้อดีกว่า ซึ่งประสิทธิภาพการใช้อาหารจะดีขึ้นหรือด้อยลง มีได้หลายสาเหตุ Carlo และคณะ (1999) และ Charlotte และคณะ (1999) กล่าวไว้ว่า ประสิทธิภาพการใช้อาหารเกิดจากปริมาณอาหารที่กินต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น โดยประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีขึ้นนั้นอาจขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ช่วงอายุ สภาพแวดล้อมที่จะมีผลต่อตัวสัตว์ทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้นหรือน้อยลง และยังขึ้นกับอุณหภูมิขณะนั้นอีกด้วยว่าเหมาะสมหรือไม่ต่อการเจริญเติบโต และปริมาณอาหารที่กินของไก่เนื้อซึ่งเนื่องจากการทดลองในครั้งนี้ใช้อาหารผงเป็นอาหารทดลองอาจจะเป็นสาเหตุให้ไก่กินอาหารได้น้อยลงเมื่อเทียบกับการกินอาหารแบบอัดเม็ด ซึ่งไก่เนื้อที่กินอาหารอัดเม็ดมีปริมาณการกินได้ต่อตัวต่อวันที่มากกว่าไก่กลุ่มที่กินอาหารรูปแบบผง (สรัสนันท์, 2549)

5. อัตราการตายสะสม (mortality)

อัตราการตายสะสมของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร แสดงในตารางที่ 8 พบว่า อัตราการตายของไก่เนื้อทั้ง 5 กลุ่มในช่วงอายุ 0-21 และ 22-36 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1-3 และ 0-3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาอัตราการตายโดยภาพรวมตั้งแต่อายุ 0-36 วัน พบว่าไก่เนื้อทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1-5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอัตราการตายของไก่เนื้อจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น โรงเรือน อายุของพ่อแม่พันธุ์ การจัดการในฝูง และสภาวะการเกิดโรค เป็นต้น โดยปกติแล้วอัตราการตายของไก่กระทงในช่วงสัปดาห์แรกไม่ควรจะเกิน 1% สัปดาห์ที่สองไม่ควรเกิน 0.5% การตายของไก่กระทงอาจจะเกิดจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตายที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโต เช่น ขาเสีย โรคท้องมาน ช็อก เป็นต้น (ประภากร, 2560) ขณะที่การศึกษาของ Koh และคณะ (2003) ที่รายงานว่า การเสริมสารสกัดจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าทิเบต (*Cordyceps sinensis*) ที่ระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ช่วยให้ไก่เนื้อมีอัตราการมีชีวิตรอดเทียบเท่ากับการใช้ยาปฏิชีวนะ และดีกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 8 อัตราการตายสะสมของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่ระดับต่างๆ

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-valule
	0.0	CTC[1] 0.1	0.1	0.25	0.5		
อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)							
0-21 วัน	1	1	2	3	2	1.48	0.86
22-36 วัน	2	0	0	1	3	1.09	0.27
0-36 วัน	3	1	2	4	5	2.01	0.65

[1]CTC = chlortetracycline. **SEM =** ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

การศึกษาการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อคุณภาพซากของไก่เนื้อ

คุณภาพซากของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 9 โดยมีผลการทดลองดังนี้

1. ลักษณะซาก

ลักษณะซากของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ แสดงดังตารางที่ 9 พบว่า ไก่เนื้อทั้ง 5 กลุ่ม มีลักษณะซาก ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น และน้ำหนักซากเย็น ไม่แตกต่างกันทางกันสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2104.81-2152.06 กรัม 1672.50-1712.56 กรัม และ 1674.81-1715.74 กรัม สำหรับเปอร์เซ็นต์ซากของไก่เนื้อทั้ง 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 78.95-79.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ และใกล้เคียงกับการศึกษาของ ธรรมธัช (2560) ที่รายงานว่าซากไก่เนื้อในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 76.63 เปอร์เซ็นต์

2. ส่วนประกอบซาก

จากผลการการทดลองพบว่า น้ำหนักของหน้าอกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 318.08, 330.14, 313.64, 329.14 และ 330.95 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 18.84, 19.24, 18.75, 19.39 และ 19.46 ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 19.14 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่

น้ำหนักของสะโพกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 270.97, 271.80, 265.47, 275.31 และ 269.44 กรัม ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 16.06, 15.87, 15.84, 16.19 และ 15.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 15.97 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกันกับน้ำหนักน่องของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 231.94, 229.62, 232.44, 227.50 และ 232.00 กรัม ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 13.74, 13.39, 13.86, 13.39 และ 13.66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 13.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเนื้อไก่ในส่วนของ หน้าอก สะโพก และน่อง เป็นเนื้อส่วนที่เป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่าส่วนอื่น โดยตามเกณฑ์ปกติของสายพันธุ์ เปอร์เซ็นต์มาตรฐานของเนื้อไก่สายพันธุ์นี้ที่น้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม จะมีเปอร์เซ็นต์เนื้อหน้าอก สะโพก และน่อง อยู่ที่ 22.80, 12.60 และ 10.26 เปอร์เซ็นต์ (Aviagen, 2018) ตามลำดับ ซึ่งหน้าอก และน่องมีค่าต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์มาตรฐานสายพันธุ์เล็กน้อย ในขณะที่น่องมีค่าสูงกว่าเปอร์เซ็นต์มาตรฐาน

ส่วนประกอบซากในส่วนของปีก แข้ง หัวและคอ และสันใน ที่มีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์รองลงมาได้แก่ ปีก แข้ง หัวและคอ พบว่า น้ำหนักปีกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 161.00, 161.81, 162.62, 165.56 และ 165.56 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 9.54, 9.43, 9.71, 9.75 และ 9.74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 9.63 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่น้ำหนักแข้งของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 81.75, 86.62, 82.25, 82.56 และ 83.62 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 4.85, 5.05, 4.92, 4.86 และ 4.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.92 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักหัวและคอของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 126.87, 127.37, 131.50, 131.44 และ 132.25 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 7.53, 7.44, 7.85, 7.75 และ 7.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.67 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักเนื้อสันในของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่า 69.68, 73.25, 67.75, 73.50 และ 70.69 กรัม ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 4.13, 4.26, 4.05, 4.32 และ 4.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.18 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 ลักษณะซาก และส่วนประกอบซากของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับต่างๆ

ส่วนประกอบ	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-value
	0.0	CTC[1] 0.1	0.1	0.25	0.5		
ลักษณะซาก							
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	2126.56	2159.50	2104.81	2146.75	2152.06	19.45	0.31
น้ำหนักซากอุ่น (กรัม)	1685.75	1712.56	1672.50	1700.75	1699.81	18.33	0.60
น้ำหนักซากเย็น (กรัม)	1688.15	1715.74	1674.81	1698.50	1699.12	19.72	0.68
ซาก (เปอร์เซ็นต์)	79.41	79.44	79.55	79.16	78.95	0.46	0.88
ส่วนประกอบซาก							
หน้าอก (กรัม)	318.08	330.14	313.64	329.14	330.95	6.33	0.16
หน้าอก (เปอร์เซ็นต์)	18.84	19.24	18.75	19.39	19.46	0.30	0.32
สะโพก (กรัม)	270.97	271.80	265.47	275.31	269.44	7.40	0.91
สะโพก (เปอร์เซ็นต์)	16.06	15.87	15.84	16.19	15.88	0.37	0.95
น่อง (กรัม)	231.94	229.62	232.44	227.50	232.00	4.45	0.92
น่อง (เปอร์เซ็นต์)	13.74	13.39	13.86	13.39	13.66	0.17	0.22
ปีก (กรัม)	161.00	161.81	162.62	165.56	165.56	2.03	0.39
ปีก (เปอร์เซ็นต์)	9.54	9.43	9.71	9.75	9.74	0.12	0.26
แข้ง (กรัม)	81.75	86.62	82.25	82.56	83.62	2.31	0.61
แข้ง (เปอร์เซ็นต์)	4.85	5.05	4.92	4.86	4.92	0.12	0.78
หัวและคอ (กรัม)	126.87	127.37	131.50	131.44	132.25	3.93	0.27
หัวและคอ (เปอร์เซ็นต์)	7.53	7.44	7.85	7.75	7.80	0.20	0.09
เนื้อสันใน (กรัม)	69.68	73.25	67.75	73.50	70.69	2.21	0.35
เนื้อสันใน (เปอร์เซ็นต์)	4.13	4.26	4.05	4.32	4.16	0.12	0.51
ไขมันช่องท้อง (กรัม)	36.69	33.12	30.81	30.37	32.44	2.01	0.22
ไขมันช่องท้อง (เปอร์เซ็นต์)	1.72	1.53	1.46	1.46	1.42	0.09	0.21
ตับ (กรัม)	38.62	37.31	36.25	36.37	37.12	1.18	0.64
ตับ (เปอร์เซ็นต์)	1.82	1.73	1.72	1.70	1.72	0.05	0.63
เครื่องใน (กรัม)	168.94	168.81	175.01	164.00	175.50	4.72	0.42
เครื่องใน (เปอร์เซ็นต์)	7.92	7.82	8.32	7.63	8.16	0.21	0.20
โครงร่าง (กรัม)	411.19	410.12	409.62	402.06	396.81	7.79	0.22
โครงร่าง (เปอร์เซ็นต์)	24.34	23.86	24.44	23.67	23.32	0.42	0.08

[1]CTC = chlortetracycline; **SEM =** ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

ใกล้เคียงกับการศึกษาของ อดิศร (2560) ที่รายงานว่าไก่เนื้อเนื้อกลุ่มควบคุมมีส่วนประกอบซากในส่วนของ ปีก แข้งและเท้า หัวและคอ รวมทั้งสันใน มีค่าเท่ากับ 10.31, 5.72, 10.17 และ 3.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ในขณะที่อวัยวะภายใน ได้แก่ ไขมันช่องท้อง ตับ และเครื่องใน พบว่า น้ำหนักไขมันช่องท้องของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 36.69, 33.12, 30.81, 30.37 และ 32.44 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 1.72, 1.53, 1.46, 1.46 และ 1.42 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.52 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตับของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 38.62, 37.31, 36.25, 36.37 และ 37.12 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 1.82, 1.73, 1.72, 1.70 และ 1.72 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.74 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่น้ำหนักเครื่องในของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 168.94, 168.81, 175.01, 164.00 และ 175.50 กรัม เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 7.92, 7.82, 8.32, 7.63 และ 8.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.97 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์ไก่เนื้อกลุ่มควบคุมที่มี ตับและม้าม เครื่องใน มีค่าเท่ากับ 1.81 และ 7.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (อดิศร, 2560) สุดท้ายในส่วนของน้ำหนักของโครงร่างของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 411.19, 410.12, 409.62, 402.06 และ 396.81 กรัมตามลำดับ เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 24.34, 23.86, 24.44, 23.67 และ 23.32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 23.92 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ใกล้เคียงกับของ อดิศร (2560) ที่รายงานว่าโครงร่างของไก่เนื้อกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 22.28 เปอร์เซ็นต์

ซึ่งจากผลการศึกษาการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อลักษณะซากและส่วนประกอบซากของไก่เนื้อทั้งชิ้นส่วนอวัยวะภายนอก ได้แก่ เนื้อหน้าอก สะโพก ปีก น่อง แข้ง เนื้อสันใน เป็นต้น และอวัยวะภายใน ได้แก่ ตับ ไขมันช่องท้อง เครื่องในต่างๆ รวมทั้งโครงร่างของไก่เนื้อทั้งหมด จึงสามารถใช้วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารไก่เนื้อได้โดยไม่มีผลต่อลักษณะซากโดยรวม

การศึกษาการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดของไก่เนื้อ

ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 10 และ 11 โดยมีผลการทดลองดังนี้

1. alanine aminotransferase (ALT)

ค่า alanine aminotransferase ในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่า alanine aminotransferase ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วันมีค่าเท่ากับ 228.00, 228.75, 212.50, 215.25 และ 218.75 หน่วยต่อลิตร เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 220.65 หน่วยต่อลิตร ในขณะที่ค่า alanine aminotransferase ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 245.25, 297.25, 234.75, 239.00 และ 262.75 หน่วยต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 225.80 หน่วยต่อลิตร

2. asparatate aminotransferase (AST)

ค่า asparatate aminotransferase ในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่า asparatate aminotransferase ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 2.00, 2.25, 1.75, 1.50 และ 2.25 หน่วยต่อลิตร เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.95 หน่วยต่อลิตร ในขณะที่ค่า asparatate aminotransferase ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 2.00, 2.50, 2.25, 2.00 และ 1.25 หน่วยต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.00 หน่วยต่อลิตร

การวัดค่า ALT และ AST เป็นการวัดค่าเอ็นไซม์ของตับว่าเป็นปกติหรือไม่ โดยค่า ALT หรือ serum glutamic pyruvic transaminase เป็นเอ็นไซม์ปกติที่มีอยู่ในเซลล์ตับเช่นเดียวกับ AST แต่มีความจำเพาะเจาะจงกับตับมากกว่า โดย ALT จะออกมาในเลือดเมื่อตับได้รับความเสียหาย ในขณะที่ค่า AST หรือ serum glutamic oxaloacetic transaminase เป็นเอ็นไซม์ที่ปกติอยู่ในเซลล์ตับ ซึ่งจะไม่ออกมาในเลือดหากมีเอ็นไซม์ตัวนี้ออกมาในเลือดมากแสดงว่าเซลล์ตับได้รับความเสียหาย จากผลการทดลองเห็นได้ว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารไก่เนื้อไม่มีผลต่อค่าเอ็นไซม์ของตับเมื่อเปรียบเทียบกับไก่เนื้อกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมยาปฏิชีวนะสอดคล้องกับการศึกษาของ Das และคณะ (2010) ที่กล่าวว่าเห็ดถั่งเช่าสีทองมีฤทธิ์ทางชีวภาพช่วยในการป้องกันการเสื่อมสภาพของตับ

3. creatinine

ค่า creatinine ในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่า creatinine ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 0.42, 0.40, 0.43, 0.39 และ 0.42 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.41 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ค่า creatinine ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 0.40, 0.38, 0.35, 0.42 และ 0.40 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.39 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยปกติแล้ว creatinine เป็นส่วนที่เหลือจากการสลายกล้ามเนื้อ ซึ่งเมื่อกล้ามเนื้อมีการสลายตัวจะมี creatinine สลายตัวออกมา และจะถูกขับทิ้งที่ไต หากในกรณีที่ไตผิดปกติจะทำให้ไตขับ creatinine ทิ้งไม่ทันส่งผลให้ creatinine ในเลือดมีค่าสูงกว่าปกติ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารไม่มีผลต่อค่า creatinine ในเลือดของไก่เนื้อ โดยเห็ดถั่งเช่าสีทองมีฤทธิ์ทางชีวภาพช่วยในการป้องกันการเสื่อมของไต (Das et al., 2010) เนื่องจากสารคอร์ไดเซปินที่มีอยู่ในเห็ดถั่งเช่าสีทองอาจไปมีผลต่อกระบวนการ TLR4/NF-KB โดยจากการศึกษาของ Tingli และคณะ (2019) ที่ทดลองให้ผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังได้รับเห็ดถั่งเช่าสีทอง 100 กรัมต่อวัน พบว่าทำให้ค่า creatinine ลดลง

4. กลูโคส (glucose)

ค่ากลูโคสในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่ากลูโคสในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 136.62, 134.92, 138.15, 135.61 และ 134.12 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 135.88 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ค่ากลูโคสเลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 133.39, 132.06, 135.43, 132.45 และ 133.13 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 133.29 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Wenying และคณะ (2019) ที่รายงานว่ากลูโคสในกระแสเลือดมีค่าอยู่ที่ 12-13 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองไม่มีผลต่อระดับกลูโคสในเลือด แตกต่างกับการศึกษาของ Cheng และคณะ (2012) ที่รายงานว่าการเสริมสารสกัดจากเห็ดถั่งเช่าสีทองในระดับต่ำ (10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในหนูทำให้ระดับกลูโคสในเลือดหนูลดลง

5. คอเลสเตอรอล (cholesterol)

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่าคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่เนื้อ (อายุ 21 วัน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐาน มีค่าคอเลสเตอรอลเท่ากับ 131.75 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่าเท่ากับ 112.25 และ 113.00 มิลลิโมลต่อ

ลิตร ตามลำดับ ขณะที่ไม่มีความแตกต่างกับไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 123.25 และ 116.75 มิลลิโมลต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับค่าคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่เนื้อ (อายุ 36 วัน) แสดงดังตารางที่ 11 พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐาน มีค่าค่าคอเลสเตอรอลเท่ากับ 139.25 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่าเท่ากับ 115.00 และ 118.75 มิลลิโมลต่อลิตรตามลำดับ ในขณะที่ค่าคอเลสเตอรอลของเลือดไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มอาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกัน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมด้วยวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีแนวโน้มทำให้ค่าคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาของ Chanjula และ Cherdthong (2018) ที่รายงานว่าผลการเสริม SMCM 100 กรัมต่อวัน ในแพะเนื้อพบว่า ปริมาณ cholesterol มีค่าลดลง และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Li และคณะ (2009) ที่ได้การเสริมสารสกัดจากเส้นใยเห็ดถั่งเช่าทิเบต (*C. sinensis*, CS) พบว่าช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลมากกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ทำนองเดียวกับ Guo และคณะ (2010) ที่ศึกษาใน Syrian golden hamsters เพศผู้ที่ได้รับอาหารไขมันระดับสูงแล้วทำการเสริมสารสกัด cordycepin พบว่า การสะสมของคอเลสเตอรอลลดลง อาจเกิดเนื่องจากสารคอร์ไดเซปินที่มีอยู่ในวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง มีผลไปลดเอนไซม์โคเลสเตอรอลเซเว่นเบต้าไฮดรอก-ซิเลส (cholesterol-7-β-OH-lase) ทำให้คอเลสเตอรอลจับกับน้ำดีช่วยยังยั้งการสร้างไมเซลล์จึงทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลลดลง (Salwa *et al.,* 2007)

6. ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)

ค่าไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่าไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วันมีค่าเท่ากับ 77.00, 77.25, 80.25, 71.50 และ 70.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 75.20 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ค่าไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 68.00, 61.75, 62.50, 59.25 และ 68.75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 64.05 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งจากผลการศึกษาแตกต่างกับการศึกษาของ Chanjula และ Cherdthong (2018) ที่รายงานว่าผลการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 100 กรัมต่อวัน ในแพะเนื้อพบว่าไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือดแพะมีค่าลดลง

ตารางที่ 10 ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารที่ระดับต่างๆ ต่อค่าเมแทบอไลท์ในเลือดของไก่เนื้อที่อายุ 21 วัน

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-valule
	0.0	CTC[3] 0.1	0.1	0.25	0.5		
ALT[1] (U/L)	228.00	228.75	212.50	215.25	218.75	28.73	0.89
AST[2] (U/L)	2.00	2.25	1.75	1.50	2.25	0.59	0.34
Creatinine (mg/dL)	0.42	0.40	0.43	0.39	0.42	0.32	0.46
Glucose (mg/dL)	136.62	134.92	138.15	135.61	134.12	2.08	0.69
Total Cholesterol (mmol/L)	131.75[a]	123.25[ab]	116.75[ab]	112.25[b]	113.00[b]	9.95	0.05
Triglyceride (mg/dL)	77.00	77.25	80.25	71.50	70.00	10.80	0.64
HDL cholesterol (mg/dL)	89.50	76.75	89.50	94.00	88.00	13.46	0.48
LDL cholesterol (mg/dL)	33.27	32.10	27.90	26.90	27.13	3.90	0.09
Total protein (mg/dL)	2.61	2.41	2.42	2.41	2.45	0.15	0.33
Albumin (mg/dL)	0.95	0.96	0.96	1.02	0.97	0.07	0.80
Globulin (mg/dL)	1.46	1.44	1.45	1.52	1.47	0.11	0.91

[1]ALT = alanine aminotransferase. [2] AST = asparatate aminotransferase. [3]CTC = chlortetracycline.

[a,b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

7. คอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นสูง (HDL cholesterol)

ค่า HDL cholesterol ในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยค่า HDL cholesterol ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 89.50, 76.75, 89.50, 94.00 และ 88.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 87.55 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ค่า HDL cholesterol เลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 98.00, 99.50, 101.75, 105.00 และ 95.00 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 99.85 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

ตารางที่ 11 ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารที่ระดับต่างๆ ต่อค่าเมแทบอไลท์ในเลือดของไก่เนื้อที่อายุ 36 วัน

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-valule
	0.0	CTC[3] 0.1	0.1	0.25	0.5		
ALT[1] (U/L)	245.25	297.25	234.75	239.00	262.75	80.50	0.80
AST[2] (U/L)	2.00	2.50	2.25	2.00	1.25	0.83	0.33
Creatinine (mg/dL)	0.40	0.38	0.35	0.42	0.40	0.06	0.63
Glucose (mg/dL)	133.39	132.06	135.43	132.45	133.13	1.35	0.47
Total Cholesterol (mmol/L)	139.25[a]	137.75[ab]	125.00[abc]	115.00[c]	118.75[bc]	12.60	0.05
Triglyceride (mg/dL)	68.00	61.75	62.50	59.25	68.75	8.85	0.50
HDL cholesterol (mg/dL)	98.00	99.50	101.75	105.00	95.00	14.83	0.89
LDL cholesterol (mg/dL)	35.32[a]	35.75[a]	32.85[ab]	29.05[b]	30.10[ab]	3.76	0.05
Total protein (mg/dL)	2.52	2.71	2.62	2.82	2.49	0.24	0.35
Albumin (mg/dL)	0.92	0.95	0.91	1.03	0.93	0.07	0.20
Globulin (mg/dL)	1.60	1.76	1.71	1.79	1.56	0.21	0.51

[1]ALT = alanine aminotransferase. [2] AST = asparatate aminotransferase. [3]CTC = chlortetracycline.

[a,b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

8. คอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL cholesterol)

ค่า LDL cholesterol ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 33.27, 32.10, 27.90, 26.90 และ 27.13 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 29.46 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่ไก่เนื้ออายุ 36 วัน ดังแสดงในตารางที่ 11 พบว่ามีค่า LDL cholesterol ในเลือดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่กลุ่มที่ 3-5 ได้แก่กลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมด้วยวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า LDL cholesterol เท่ากับ 32.85, 29.05 และ 30.10 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่า กลุ่มที่ 1 และ 2 ที่มีค่า LDL cholesterol เท่ากับ 35.32 และ 35.75 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าเลือดของไก่เนื้อมีค่า LDL cholesterol ลดลง

ตามระดับการเสริมด้วยวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องการการศึกษาของ Chanjula และ Cherdthong (2018) ที่รายงานว่าผลการเสริม SMCM 100 กรัมต่อวัน ในแพะเนื้อพบว่า ปริมาณ LDL cholesterol มีค่าลดลง ทำนองเดียวกับ Guo และคณะ (2010) ที่ศึกษาใน Syrian golden hamsters เพศผู้ที่ได้รับอาหารไขมันระดับสูงแล้วทำการเสริมสารสกัดคอร์ไดเซปิน พบว่า การสะสมของ LDL cholesterol ลดลง

9. โปรตีนรวม (total protein)

ค่าโปรตีนรวมในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าโปรตีนรวมในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 2.61, 2.41, 2.42, 2.41 และ 2.45 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.46 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรในขณะที่ค่าโปรตีนรวมเลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 2.52, 2.71, 2.62, 2.82 และ 2.49 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.63 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

10. albumin

ค่า albumin ในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่า albumin ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 0.95, 0.96, 0.96, 1.02 และ 0.97 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.97 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ค่า albumin เลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 0.92, 0.95, 0.91, 1.03 และ 0.93 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.95 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

11. globulin

ค่า globulin ในเลือดของไก่เนื้อทั้งอายุ 21 และ 36 วันทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่า globulin ในเลือดของไก่เนื้ออายุ 21 วัน มีค่าเท่ากับ 1.46, 1.44, 1.45, 1.52 และ 1.47 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.47 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ค่า globulin เลือดของไก่เนื้ออายุ 36 วัน มีค่าเท่ากับ 1.60, 1.76, 1.71, 1.79 และ 1.56 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.68 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

การตรวจวัดโปรตีนเป็นการตรวจหา albumin และ globulin ในกระแสเลือด albumin เป็นโปรตีนที่สร้างจากตับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำเหลืองของเลือด ระดับ albumin เป็นการบ่งบอกความสมดุลของการสร้างที่ตับและการขับ albumin ออกทางไต โดย albumin จะทำหน้าที่สร้างความเข้มข้นขึ้นในหลอดเลือดจะได้เกิดความดันออสโมติค (osmotic pressure) ป้องกันสารอาหารไม่ให้รั่วซึมออกมาภายนอกหลอดเลือดในขณะที่ globulin หน้าที่ช่วยให้เลือดแข็งตัว และนำสารอาหารไปเลี้ยงร่างกาย (Hind *et al.,* 2012) ใกล้เคียงกับการศึกษาของ

Hind และคณะ (2012) ที่รายงานว่าโปรตีนรวมในกระแสเลือดของไก่เนื้อมีค่าเท่ากับ 2.24 ± 0.35 กรัมต่อเดซิลิตร และมีค่า albumin และ globulin ในกระแสเลือดเท่ากับ 1.88 ± 0.20 และ 0.36 ± 0.06 กรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองไม่มีผลต่อค่าโปรตีนในกระแสเลือด ไม่ว่าจะเป็นโปรตีนรวม albumin และ globulin ดังนั้นจึงสามารถเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าในอาหารไก่เนื้อได้โดยไม่กระทบต่อค่าโปรตีนในกระแสเลือด

การศึกษาการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อคุณภาพเนื้อของไก่เนื้อ

คุณภาพเนื้อ (meat quality) หมายถึง ผลรวมของลักษณะและคุณสมบัติของเนื้อตามความต้องการของผู้บริโภค รวมทั้งความเหมาะสมในการนำมาแปรรูปผลิตภัณฑ์ (ชัยณรงค์, 2529) ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพเนื้อสัตว์ได้แก่ คุณภาพด้านโภชนาการ คุณภาพด้านการบริโภค ด้านความปลอดภัย และคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูป (จุฑารัตน์, 2540) โดยในการทดลองได้ผลการทดลองด้วยคุณสมบัติต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อสัตว์ที่ผู้บริโภคพึงประสงค์ดังนี้

1. ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ

ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 12 โดยมีผลการทดลองดังนี้

1.1 การสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ (drip loss)

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บของไก่เนื้อในส่วนของกล้ามเนื้อหน้าอก ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐาน มีค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บสูงที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 2.99 สูงกว่าไก่เนื้อกลุ่ม 2 ที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่ม 3-5 ที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่กล้ามเนื้อสะโพกพบว่าค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.03, 2.25, 2.01, 2.01 และ 2.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 12 การสูญเสียน้ำของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่ระดับต่างๆ ของไก่เนื้ออายุ 36 วัน

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-valule
	0.0	CTC[1] 0.1	0.1	0.25	0.5		
กล้ามเนื้อหน้าอก							
การสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ	2.99[a]	2.30[b]	2.14[b]	2.25[b]	2.35[b]	0.32	<0.05
การสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก	20.94	20.24	19.30	20.22	21.59	1.46	0.84
กล้ามเนื้อสะโพก							
การสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ	2.03	2.25	2.01	2.01	2.53	0.08	0.12
การสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก	13.43	12.58	14.53	13.87	14.65	1.29	0.75

[a,b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[1]CTC = chlortetracycline.

SEM = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

1.2 การสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก (cooking loss)

จากตารางที่ 12 พบว่า ค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อเนื่องจากการทำให้สุกในส่วนของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่ทั้ง 5 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 20.94, 20.24, 19.30, 20.22 และ 21.59 ตามลำดับ เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อสะโพกที่พบว่าค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 13.43, 12.58, 14.53, 13.87 และ 14.65 ตามลำดับ จากผลการทดลองจึงเห็นได้ว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองไม่มีผลต่อค่าการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก

2. ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่เวลา 0-45 นาที และ 24 ชั่วโมง หลังฆ่า แสดงดังตารางที่ 13 และ 14 ตามลำดับ โดยมีผลการทดลองดังนี้

2.1 กล้ามเนื้อหน้าอก

จากตารางที่ 13 พบว่า กล้ามเนื้อหน้าอกไก่ที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่า มีค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.36 ซึ่งมีค่าสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.16 แต่ไม่มีความแตกต่างกับไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐาน (มีค่าเท่ากับ 6.25) กลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมนาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (มีค่าเท่ากับ 6.31) และกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ (มีค่าเท่ากับ 6.21) ในขณะที่ค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อหน้าอกไก่ที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่า แสดงในตาราง ที่ 14 พบกว่า ไก่เนื้อทุกกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 5.90, 5.88, 5.92, 5.88 และ 5.89 ตามลำดับ ซึ่งค่าความเป็นกรดด่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่บอกถึงคุณภาพเนื้อ โดยปกติกล้ามเนื้อจะมีค่าความเป็นกรดด่าง 6.8-7.0 เมื่อสัตว์ถูกฆ่าตายเนื้อจะมีค่าความเป็นกรดด่างเปลี่ยนแปลงไปจนถึงระดับหนึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปริมาณไกลโคเจนเริ่มต้นที่มีอยู่ในเนื้อช่วงที่สัตว์จะถูกฆ่าในกรณีที่สัตว์มีอาการเครียดหรือตื่นตกใจ ซึ่งอาจเป็นเพราะวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ช่วยลดอาการเหนื่อยล้า และคลายความเครียด (Das et al., 2010) ขณะเคลื่อนย้าย จึงทำให้ค่าความเป็นกรดด่างมีความแตกต่างกับไก่เนื้อกลุ่มที่ไม่เสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง ซึ่งทำให้ปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อและตับจะถูกนำมาใช้เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานในการดิ้นรนต่อสู้ ซึ่งกล้ามเนื้อจะเกิดการยืดหดตัวอย่างรวดเร็วทำให้ปริมาณไกลโคเจนลดลงหรือถูกใช้ไปจนหมด ลักษณะเช่นนี้เป็นผลทำให้เนื้อมีค่าความเป็ดกรดด่างลดลงแตกต่างกันในไก่เนื้อแต่ละกลุ่ม เพราะปริมาณไกลโคเจนที่ถูกใช้ไปในช่วงนี้ เมื่อถูกเปลี่ยนเป็นสารไพรูเวทในกล้ามเนื้อแล้ว จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการหมักสารคาร์โบไฮเดรต หรือที่เรียกว่ากระบวนการไกลโคไลซีส (glycolysis หรือ homolactic fermentation) เนื่องจากเซลล์กล้ามเนื้อทำงานมากและขาดออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ช่วงระยะเวลาหนึ่ง เป็นผลให้เกิดกรดแลคติกขึ้น แต่ถ้าสัตว์ถูกฆ่า เซลล์กล้ามเนื้อจะขาดออกซิเจนอยู่ต่อไป ปริมาณกรดแลคติกจะเกิดมากขึ้นและทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลงไปเรื่อยๆ ปริมาณกรดแลคติกที่เกิดขึ้นจะคั่งอยู่ในกล้ามเนื้อ ทำให้การยืดหดตัวของกล้ามเนื้อช้าลงและเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างยากลำบาก ร่างกายจะเกิดอาการเหนื่อยล้า (fatique) พบว่าค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อในช่วงนี้จะลดลงต่ำถึง 6.0-6.5 แต่ถ้าสัตว์ได้รับการพักผ่อนเพียงพอ กล้ามเนื้อไม่มีการเคลื่อนไหว กรดแลคติกจะถูกส่งจากกล้ามเนื้อไปสู่ตับเพื่อเปลี่ยนเป็นกลูโคส และถูกส่งเข้ากระแสเลือดต่อไป สาเหตุต่อมาคือความคงทนต่อสภาพความเครียดของสัตว์แต่ละตัว ตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่ต่างกัน (เยาวลักษณ์, 2536) นอกจากนี้ยังมีบางรายงานที่กล่าวว่าน้ำหนักตัวที่แตกต่างกันสามารถส่งผล

กระทบต่อความเป็นกรดด่างของเนื้อสัตว์ได้ (Le Bihan-Duval *et al*., 1999; Berri *et al*., 2001) และอาจจะเป็นเพราะความแตกต่างของแต่ละสายพันธุ์ อายุของไก่ และระยะเวลาก่อนที่จะฆ่าซึ่งล้วนมีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสัตว์

2.2 กล้ามเนื้อสะโพก

ค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อสะโพกที่ 0-45 นาทีหลังฆ่า แสดงดังตารางที่ 13 และค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อสะโพกที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่าแสดงดังตารางที่ 14 พบว่าค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อสะโพกของไก่เนื้อทั้ง 2 เวลาทุกกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยกล้ามเนื้อสะโพกที่ 0-45 นาทีหลังฆ่า มีค่าเท่ากับ 6.25, 6.22, 6.14, 6.26 และ 6.28 ตามลำดับ และกล้ามเนื้อสะโพกที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า มีค่าเท่ากับ 6.13, 6.12, 6.07, 6.12 และ 6.18 ตามลำดับ จากการทดลองค่าความเป็นกรดด่างลดลงจากค่าความเป็นกลางเล็กน้อย เนื่องจากการสลายไกลโคเจนในกระบวนการแบบไม่ใช้ออกซิเจน รวมทั้งเกิดกรดแลคติกในกล้ามเนื้อและมีความร้อนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความเป็นกรดด่างในกล้ามเนื้อหลังสัตว์ตายลดลงจากเดิมประมาณ 7.0 เหลือประมาณ 5.3-5.7 ภายใน 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย (สัญชัย, 2543) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดด่างในกล้ามเนื้อสะโพกที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่ามีค่าลดลงน้อยกว่าค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อหน้าอกที่ 24 ชั่วโมงหลังฆ่า เป็นเพราะตำแหน่งของกล้ามเนื้อที่ต่างกัน เยาวลักษณ์ (2536) กล่าวว่า กล้ามเนื้อบริเวณคอ ขาหน้า หรือ ขาหลัง ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ต้องเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่มาก กล้ามเนื้อเหล่านี้จะมีปริมาณไมโอโกลบินในเซลล์กล้ามเนื้ออยู่ในปริมาณมาก จึงทำให้มีออกซิเจนเหลืออยู่ในกล้ามเนื้อในปริมาณมากพอ ภายหลังจากสัตว์ตายแล้ว เป็นผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสะโพกลดลงช้ากว่าเนื้อหน้าอก

อัตราการลดลงของความความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อภายหลังจากที่สัตว์ถูกฆ่าจะมีผลต่อคุณภาพเนื้อขั้นสุดท้าย และสามารถทำได้โดยการวัดค่าความเป็นกรดด่างที่ 1 ชั่วโมง และค่าความเป็นกรดด่างที่ 24 ชั่วโมงภายหลังการชำแหละ ค่าความเป็นกรดด่างที่ 24 ชั่วโมงของเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับปริมาณไกลโคเจนที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อสัตว์ก่อนถูกฆ่า พบว่าในกรณีที่สัตว์ไม่มีอาการเครียดระหว่างการเดินทางและได้รับการพักผ่อนเพียงพอ ค่าความเป็นกรดด่างที่ 1 ชั่วโมงจะมีค่าเป็น 6.5-6.8 และค่าความเป็นกรดด่างที่ 24 ชั่วโมงจะอยู่ที่ประมาณ 5.6-5.8 ภายใน 24 ชั่วโมงขณะแช่เย็นซากซึ่งเป็นผลให้เนื้อมีคุณภาพดี เหมาะสำหรับการนำไปทำผลิตภัณฑ์เรียกว่าเนื้อที่มีคุณภาพปกติ (normal meat) (เยาวลักษณ์, 2536) ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อไก่ทั้งกล้ามเนื้อหน้าอกและกล้ามเนื้อสะโพก ที่ 45 นาที และ 24 ชั่วโมง เป็นค่าความเป็นกรดด่างที่อยู่ในเกณฑ์ปกติ

3. ค่าสี

สีของเนื้อเป็นความรู้สึกประการแรกที่ผู้บริโภคสัมผัสและเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค ซึ่งเนื้อสัตว์สีของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่เวลา 0-45 นาที และ 24 ชั่วโมง หลังฆ่า แสดงดังตารางที่ 13 และ14 ตามลำดับ โดยมีผลการทดลองดังนี้

3.1 กล้ามเนื้อ

3.1.1 กล้ามเนื้อหน้าอก

1) ระดับความสว่าง (L*)

ค่าระดับความสว่างของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความสว่างเท่ากับ 51.01 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ 1 และ 2 ที่มีค่าเท่ากับ 54.09 และ 54.11 หน่วย แต่ไม่มีความแตกต่างกับไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ (53.55 และ 52.47) ถึงแม้ว่าค่าความสว่างจะมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ค่าระดับความสว่างที่วัดได้ก็ยังคงอยู่ในช่วงมาตรฐานการยอมรับของผู้บริโภค โดยค่าระดับความสว่างมาตรฐานของเนื้อหน้าอก จะอยู่ในช่วง 47-55 หน่วย (Allen *et al*., 1998; Fletcher *et al*., 2000; Van Laack *et al*., 2000) ในขณะที่ค่าระดับความสว่างของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 56.92, 53.06, 55.68, 56.20 และ 54.86 ตามลำดับซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในระดับมาตรฐานของการยอมรับของผู้บริโภคเช่นเดียวกัน

2) ระดับความเข้มสีแดง (a*)

ค่าระดับความเข้มสีแดงของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่า 3.49, 3.43, 3.69, 3.47 และ 3.48 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความเข้มสีแดงของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่า 2.77, 3.02, 3.00, 2.75 และ 3.14 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานการยอมรับของผู้บริโภค โดยทั่วไปมาตรฐานของการยอมรับของผู้บริโภคเนื้อหน้าอกมีค่าระดับความเข้มสีแดงอยู่ในช่วง 2-3 หน่วย (Allen *et al*., 1998; Fletcher *et al*., 2000; Van Laack *et al*., 2000) โดยจากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าระดับความเข้มสี

แดงของเนื้อหน้าอกที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่ามีค่าลดลงจากเนื้อหน้าอกที่ 45 นาทีหลังฆ่า ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่ค่าที่วัดได้ส่วนใหญ่ก็ยังคงมีค่าใกล้เคียงช่วงมาตรฐานการยอมรับของผู้บริโภค เพราะในการเก็บรักษาเนื้อไก่ไว้เป็นระยะเวลานานๆ สีแดงจะเข้มขึ้นเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไมโอโกลบินไปเป็นเมทไมโอโกลบิน (Chu *et al*., 1987)

3) ระดับความเข้มสีเหลือง (b*)

ค่าระดับความเข้มสีเหลืองของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 9.84, 10.56, 9.39, 10.07 และ 9.60 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความเข้มสีเหลืองของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 10.20, 11.56, 9.88, 10.59 และ 10.49 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานการยอมรับของผู้บริโภค โดยค่าระดับความเข้มสีเหลืองปกติของเนื้อหน้าอกมีค่าอยู่ในช่วง 3-9 หน่วย (Allen *et al*., 1998; Fletcher *et al*., 2000; Van Laack *et al*., 2000) โดยส่วนใหญ่ค่าระดับความเข้มสีเหลืองมักใช้กับเนื้อหน้าอกของไก่เนื้อ เพราะในเนื้อหน้าอกจะมีเส้นใยกล้ามเนื้อที่เป็น white fibers มากกว่า red fiber (ปาจรีย์, 2536) จึงจัดว่าเป็นเนื้อจำพวกเนื้อขาว (white meat)

3.1.2 กล้ามเนื้อสะโพก

1) ระดับความสว่าง (L*)

ค่าระดับความสว่างของกล้ามเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ แสดงในตารางที่ 13 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 56.97, 56.31, 56.28, 55.84 และ 57.11 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความสว่างของกล้ามเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับแสดงในตารางที่ 14 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 58.04, 57.53, 56.95, 56.57 และ 58.96 ตามลำดับ

2) ระดับความเข้มสีแดง (a*)

จากตารางที่ 13 พบว่าค่าระดับความเข้มสีแดงของกล้ามเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่า 4.47, 4.44, 5.16, 4.92 และ 4.07 ตามลำดับ ขณะที่ค่าระดับความเข้มสีแดงของกล้ามเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ที่แสดงในตารางที่ 14 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่า 3.79, 4.05, 4.24, 4.20 และ 3.48 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่า ค่าระดับความเข้มสีแดง

ของเนื้อสะโพกที่ 24 ชั่วโมงมีค่าลดลง โดยส่วนใหญ่แล้วเนื้อสัตว์ชนิดที่มีปริมาณไมโอโกลบินอยู่ค่อนข้างสูงจะทำให้สีของเนื้อค่อนข้างเป็นสีแดงเข้ม ส่วนในเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณไมโอโกลบินค่อนข้างต่ำ สีของเนื้อจะค่อนข้างออกมาเป็นสีแดง หรือสีชมพูอ่อนๆ Fletcher และคณะ (2000) กล่าวว่า โดยทั่วไปกล้ามเนื้อบริเวณส่วนที่มีการใช้งานหนัก เช่น เนื้อบริเวณขา มักจะมีปริมาณไมโอโกลบินสูงกว่ากล้ามเนื้อบริเวณส่วนที่ทำงานน้อย เนื่องจากมีความต้องการออกซิเจนในปริมาณที่ไม่เท่ากัน (Allen *et al*., 1998)

3) ระดับความเข้มสีเหลือง (b*)

จากตารางที่ 13 พบว่าค่าระดับความเข้มสีเหลืองของกล้ามเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 10.60, 11.97, 10.29, 10.65 และ 11.34 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความเข้มสีเหลืองของกล้ามเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่าที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับดังแสดงในตารางที่ 14 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 10.14, 11.29, 9.94, 10.66 และ 10.99 ตามลำดับ

3.2 หนัง

3.2.1 หนังหน้าอกของไก่เนื้อ

1) ระดับความสว่าง (L*)

ค่าระดับความสว่างของหนังหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 73.51, 72.87, 74.31, 72.78 และ 72.82 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความสว่างของหนังหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 69.61, 70.44, 71.41, 71.12 และ 70.92 ตามลำดับ

2) ระดับความเข้มสีแดง (a*)

ค่าระดับความเข้มสีแดงของหนังหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่า 3.02, 3.03, 3.19, 2.89 และ 2.52 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความเข้มสีแดงของหนังหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 1.51, 1.28, 1.71, 1.69 และ 1.63 ตามลำดับ

3) ระดับความเข้มสีเหลือง (b*)

ค่าระดับความเข้มสีเหลืองของหนังหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาที หลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 5.64, 6.54, 4.66, 4.96 และ 4.74 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความเข้มสีเหลืองของหนังหน้าอกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 4.38, 4.15, 3.39, 3.81 และ 4.86 ตามลำดับ

3.2.3 หนังสะโพกของไก่เนื้อ

1) ระดับความสว่าง (L*)

ค่าระดับความสว่างของหนังสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 72.90, 73.49, 74.15, 73.72 และ 73.75 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความสว่างของหนังสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 76.29, 76.33, 76.51, 76.56 และ 76.47 ตามลำดับ

2) ระดับความเข้มสีแดง (a*)

ค่าระดับความเข้มสีแดงของหนังสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 1.02, 1.21, 0.97, 1.02 และ 1.17 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความเข้มสีแดงของหนังสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 1.40, 1.84, 1.74, 1.77 และ 1.37 ตามลำดับ

3) ระดับความเข้มสีเหลือง (b*)

ค่าระดับความเข้มสีเหลืองของหนังสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 3.50, 1.97, 1.47, 1.95 และ 1.85 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าระดับความเข้มสีเหลืองของหนังสะโพกของไก่เนื้อที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่า ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 4.43, 3.81, 3.77, 2.65 และ 4.03 ตามลำดับ

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทุกระดับไม่มีผลต่อค่าสีของหนังหน้าอก และหนังสะโพก ได้แก่ ค่าความสว่าง ระดับความเข้มสีแดง และระดับความเข้มสีเหลือง พบว่าไม่มีความแตกต่างกับสีของหนังหน้าอก และหนังสะโพกของไก่เนื้อกลุ่มควบคุม โดยสามารถเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองลงในอาหารไก่เนื้อได้โดยไม่มีผลต่อค่าสี ซึ่งเป็นส่วนมีผลต่อการเลือกซื้อเนื้อไก่ของผู้บริโภค

ตารางที่ 13 ค่าสีของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับต่างๆ ที่เวลา 0-45 นาทีหลังฆ่าของไก่เนื้ออายุ 36 วัน

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-valule
	0.0	CTC[1] 0.1	0.1	0.25	0.5		
กล้ามเนื้อหน้าอก							
pH	6.25[ab]	6.31[ab]	6.21[ab]	6.36[a]	6.16[b]	0.05	<0.05
L*	54.09[a]	54.11[a]	53.55[ab]	52.47[ab]	51.01[b]	0.86	<0.05
a*	3.49	3.43	3.69	3.47	3.48	0.34	0.98
b*	9.84	10.56	9.39	10.07	9.60	0.74	0.82
หนังหน้าอก							
L*	73.51	72.87	74.31	72.78	72.82	0.65	0.42
a*	3.02	3.03	3.19	2.89	2.52	0.56	0.93
b*	5.64	6.54	4.66	4.96	4.74	0.69	0.31
กล้ามเนื้อสะโพก							
pH	6.25	6.22	6.14	6.26	6.28	0.06	0.53
L*	56.97	56.31	56.28	55.84	57.11	0.62	0.58
a*	4.47	4.44	5.16	4.92	4.07	0.52	0.61
b*	10.60	11.97	10.29	10.65	11.34	0.62	0.35
หนังสะโพก							
L*	76.29	76.33	76.51	76.56	76.47	0.63	0.99
a*	1.40	1.84	1.74	1.77	1.37	0.28	0.65
b*	4.43	3.81	3.77	2.65	4.03	0.84	0.66

[a,b] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

[1]CTC = chlortetracycline. **SEM =** ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

ตารางที่ 14 ค่าสีของเนื้อไก่ที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับต่างๆ ที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังฆ่าของไก่เนื้ออายุ 36 วัน

ปัจจัยที่ศึกษา	ระดับของวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง (SMCM, เปอร์เซ็นต์)					SEM	P-valule
	0.0	CTC[1] 0.1	0.1	0.25	0.5		
กล้ามเนื้อหน้าอก							
pH	5.90	5.88	5.92	5.88	5.89	0.04	0.92
L*	56.92	53.06	55.68	56.20	54.86	1.97	0.69
a*	2.77	3.02	3.00	2.75	3.14	0.30	0.87
b*	10.20	11.56	9.88	10.59	10.49	0.64	0.45
หนังหน้าอก							
L*	69.61	70.44	71.41	71.12	70.92	0.95	0.70
a*	1.51	1.28	1.71	1.69	1.63	0.55	0.98
b*	4.38	4.15	3.39	3.81	4.86	0.84	0.78
กล้ามเนื้อสะโพก							
pH	6.13	6.12	6.07	6.12	6.18	0.04	0.54
L*	58.04	57.53	56.95	56.57	58.96	0.81	0.29
a*	3.79	4.05	4.24	4.20	3.48	0.41	0.67
b*	10.14	11.29	9.94	10.66	10.99	0.60	0.50
หนังสะโพก							
L*	72.90	73.49	74.15	73.72	73.75	1.12	0.95
a*	1.02	1.21	0.97	1.02	1.17	0.24	0.93
b*	3.50	1.97	1.47	1.95	1.85	0.69	0.33

[1]CTC = chlortetracycline. **SEM =** ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (n=4)

บทที่ 4
สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 5 ระดับ ได้แก่ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน (0.0) กลุ่ม 2 อาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (CTC 0.1) กลุ่ม 3-5 อาหารพื้นฐานเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ค่าแมเทบอไลท์ในกระแสเลือด และคุณภาพซากของไก่เนื้อ สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. สมรรถภาพการเจริญเติบโต

น้ำหนักตัวของไก่เนื้ออายุ 0-21 วัน ของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ และไก่เนื้อกลุ่มที่เสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.0, 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์

อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารพื้นฐานเสริมยาปฏิชีวนะคลอร์เตตราไซคลีน 0.1 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวันสูงที่สุด

2. ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือด

ไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทองที่ระดับ 0.1, 0.25 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าคอเลสเตอรอล และ LDL cholesterol ในเลือดลดลง ในขณะที่ค่าเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดค่าอื่นๆ ไม่มีความแตกต่างกัน

3. ลักษณะซาก และส่วนประกอบซาก

ไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองทั้ง 5 กลุ่ม พบว่าไม่มีผลต่อลักษณะซากและส่วนประกอบซากของไก่เนื้อ

4. คุณภาพซาก

ไก่เนื้อกลุ่มควบคุม (0.0) มีค่าค่าการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ (drip loss) ในส่วนของกล้ามเนื้อหน้าอกสูงที่สุด ในขณะที่ค่าความเป็ดกรดด่างของกล้ามเนื้อหน้าอกของไก่

หลังฆ่าที่ 0-45 นาที พบว่า ไก่เนื้อกลุ่มที่ 4 (0.25) มีค่าความเป็นกรดด่างสูงกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ 5 (0.5) แต่ไม่มีความแตกต่างกับไก่เนื้อกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 (0.0, CTC 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ) ในขณะที่ค่าความสว่าง (L*) ของไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทอง 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยกว่าไก่เนื้อกลุ่มที่ 1 และ 2 (0.0 และ CTC 0.1) แต่ไม่มีความแตกต่างกับไก่เนื้อกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองที่ระดับ 0.1 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. สามารถใช้วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองเป็นสารเสริมในอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากเป็นวัสดุเศษเหลือ (by-product) ที่ยังคงมีคุณภาพ และยังมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญคือสารคอร์ไดเซปินเหลืออยู่

2. การเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองลงในอาหารสัตว์ปีกสามารถลดคอเลสเตอรอลและ LDL cholesterol ได้ อาจจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเพิ่มคุณภาพเนื้อไก่เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของเนื้อได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กันติกา กันทะด้วง วรรณพร ทะพิงค์แก ธัญญา ทะพิงค์แก และมงคล ยะไชย. 2557. ผลของการใช้เห็ดถั่งเช่าสีทองเพื่อทดแทนสารเร่งการเจริญเติบที่เป็นยาปฏิชีวนะต่อสมรรถภาพการผลิตและจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ของไก่เนื้อ. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 1: 41-44.

กรมปศุสัตว์, กองแผนงาน. (2558). รายงานผลการติดตามการดำเนินงานตามยุทธศาสตร์กรมปศุสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2558 (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://planning.dld.go.th/th/images/stories/section-5/2559/policy_01.pdf (เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2562)

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. การจัดการโรงฆ่าสัตว์. กรุงเทพฯ. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ไทยวัฒนาพานิช.

ชัยวัฒน์ อาจิน วรรณพร ทะพิงค์แก ธัญญา ทะพิงค์แก ประจิตต์ อุดหนุน และมงคล ยะไชย. 2558. ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตและคอเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ไข่. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2: 183-188.

ชัยวัฒน์ อาจิน มงคล ยะไชย ธัญญา ทะพิงค์แก ประจิตต์ อุดหนุน และวรรณพร ทะพิงค์แก. 2559. ผลของการเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและจุลินทรีย์ในไส้ตันของไก่ไข่. แก่นเกษตร. 44: 647-653.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ อาภรณ์ ส่งแสง สุธา วัฒนสิทธิ์ พิทยา อดุลยธรรม และเสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2547. คุณภาพซาก องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่คอล่อนและเนื้อไก่พื้นเมือง. ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักกองทุนงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

ดานิศ ทวีติยานนท์. 2541. สารตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง สถานการณ์ปัจจุบันของสารปฏิชีวนะตกค้างและจุลินทรีย์ปนเปื้อนในอาหารและน้ำ. วันที่ 28 กรกฎาคม 2541 โดยบริษัทเมอร์ค จำกัด ณ โรงแรมเซ็นทรัลสุคนธา. อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา.

ธัญญา ทะพิงค์แก. 2553. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การเพาะเห็ดถั่งเช่า รุ่นที่ 1. วันเสาร์ที่ 9 ตุลาคม 2553. สำนักวิจัยและพัฒนา. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธัญญา ทะพิงค์แก. 2555. การเพาะเห็ดถั่งเช่าเป็นอาชีพ. กรุงเทพฯ. วารสารเคหการเกษตร.

ธัญญา ทะพิงค์แก. 2557. การศึกษาการ เพาะเลี้ยงเห็ดสมุนไพรถั่งเช่าสีทองและการนำไปใช้ประโยชน์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่.

ธรรมธัช ปราชญาวงศ์. 2560. การศึกษาผลการเสริมกลีเซอรีนดิบและรูปแบบการให้อาหารต่อสมรรถนะการผลิตและลักษณะซากในไก่กระทง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปาจรีย์ ทัดเที่ยง. 2536. ปัญหาพิเศษ เรื่อง สีและความคงตัวของสีในเนื้อวัวแช่แข็งที่มีการปรับปรุงโครงสร้าง. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประภากร ธาราฉาย. 2560. เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การผลิตสัตว์ปีก. คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

พิทยา วิทยากร. 2552. ว่านจักจั่น บทเรียนเพื่อการสร้างความตระหนักทางวิทยาศาสตร์. วารสารวิทยาศาสตร์. 63: 39-41.

มงคล ยะไชย วรรณพร ทะพิงค์แก ธัญญา ทะพิงค์แก และศุภชัย ศรีธิวงศ์. 2558. ผลของการเสริมเสริมวัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ของไก่เนื้อ. วารสารสัตวศาสตร์แห่งประเทศไทย. 2: 267-270.

เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต.

วารุณี บวรรัตโตภาค โสภณ สิงห์แก้ว และอุราภรณ์ สอาดสุด. 2545. ความหลากหลายของ *Cordyceps* จากอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. เห็ดไทย 2545. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. หน้า 21-23.

ศิริพร หมาดหล้า ภาวดี เมธะคานนท์ มาลินี ประสิทธิ์ศิลป์ และกัญญวิมว์ กีรติกร. 2549. คุณสมบัติของโพลิเมอร์จากเชื้อราในประเทศไทยและศักยภาพในการเป็นวัสดุปิดแผล. รายงานการวิจัยในโครงการ BRT. 74-78.

สมศักดิ์ ศิริวิชัย. 2544. เชื้อราทำลายแมลง. ชีวปริทรรศน์. 3: 9-12.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. เชียงใหม่: ธนบรรณการพิมพ์.

สาลินีย์ ทับพิลา. 2552. แปลงร่างแมลงเป็น “รา” คลังยาไทยแห่งอนาคต. กรุงเทพธุรกิจ 9 กรกฎาคม 2552.

สรัสนันท์ สว่างคำ. 2549. ผลของการใช้มันสำปะหลังในสูตรอาหารต่อระบบภูมิคุ้มกันในไก่กระทง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิริฉัตร ดิศพงศ์. 2546. การคัดเลือกราแมลง *Hypocrella scutata* ที่สร้างสารต้านจุลินทรีย์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2558 (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.oae.go.th/download/download_journal/2559/yearbook58.pdf. (เข้าถึงเมื่อ 20 พฤษภาคม 2562)

อดิศร เศรษฐพงค์. 2560. การใช้กลีเซอรีนดิบเป็นส่วนประกอบอาหารไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Ahn, Y. J., S. J. Park, S. G. Lee, S. C. Shin and D. H. Choi. 2000. Cordycepin: Selective growth inhibitor derived from liquid culture of *Cordyceps militaris* againt *Clostridium* spp. J. Agric. Food Chem. 48: 2744-2748.

Allen, C. D., D. L. Fletcher, J. K. Northcutt and S. M. Russell. 1998. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. Poult. Sci. 77: 362-366.

Aviagen. 2018. Ross308 Ross 308 FF Performance Objective. (Online). Available at: http://www. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-BroilerHandbook2018-EN.pdf. (Accessed on 19 June, 2019).

Aviagen. 2019. Ross Broiler Nutrition Specification. (Online). Available at: http://www. http://eu.aviagen.com/tech-center/download/1304/RossBroilerNutritionSpecs2019-EN.pdf. (Accessed on 19 June, 2019).

Berri, C., N. Wacrenier, N. Millet and E. Le Bihan-Duval. 2001. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. Poult. Sci. 80: 833–838.

Bhandari, A. K., J. S. Negi, V. K. Bisht, C. S. Rana, M. K. Bharti and N. Sing. 2010. Chemical constituent, inorganic element and properties of *Cordyceps militaris*- a review. Nature and Sci. 8: 253-256.

Carlo, C., G. Oriani, L. Pantaleo, G. Pastorelli and D. Salvatori. 1999. Influence of dietary vitamin E supplementation on “heavy” pig carcass characteristics, meat quality, and vitamin E status. J. Anim. Sci. 77: 1755-1761.

Chanjula, P. and A. Cherdthong. 2018. Effects of spent mushroom *Cordyceps militaris* supplementation on apparent digestibility, rumen fermentation, and blood metabolite parameters in goats. J. Anim. Sci. 96: 1150-1158.

Charlotte, L., J. H. Nielsen, P. Henckel and M. T. Sorensen. 1999. Antioxidative and oxidative status in muscles of pig fed rapeseed oil, vitamin E, and copper. J. Anim. Sci. 77: 105-155.

Cheng, Y. W., Y. I. Chen, C. Y. Tzeng, H. C. Chen, C. C. Tsai, Y. C. Lee, J. G. Lin, Y. K. Lai1 and S. L. Chang. 2012. Extracts of *Cordyceps militaris* Lower Blood Glucose via the Stimulation of Cholinergic Activation and Insulin Secretion in Normal Rats. Phytother. Res. 26: 1173–1177.

Ching-Peng, C., H. Tsong-Long, C. You, E. S. Mohamed, W. Tung-Ying, L. I-Wen, H. Yu-Ming, L. Kuei-Hung, H. Ming-Feng, Y. Shyng-Shiou, C. Fang-Rong and W. Yang-Chang. 2016. Research and development of *Cordyceps* in Taiwan. Food Sci. and Human Wellness. 5: 177-185.

Chu, Y. H., D. L. Huffman, G. R. Trout and W. K. Egbert. 1987. Color and stability of frozen restructured beef steaks : effect of sodium chloride, tripolyphosphate, nitrogen and processing procedures. J. of Food Sci. 52: 839-875.

Dai, G. W., T. T. Bao, G. F. Xu, R. Cooper and G. X. Zhu. 2001. CordyMax TM Cs-4 improves steady-state bioenergy status in mouse liver. J. Altern. Complement Med. 7: 231-240.

Das, S. K., M. A. Masuda and M. Sakakibara. 2010. Medicinal uses of the mushroom *Cordyceps militaris*: Current state and prospects. Fitoterapia. 8: 961-968.

Dong, J., C. Lei, X. Ai and Y. Wang. 2012a. Selenium enrichment on *Cordyceps militaris* Link and analysis on its main active components. Biotechnol. Appl. Biochem. 166: 1215-1224.

Dong, J., M. Liu, C. Lei, X. Zheng and Y. Wang. 2012b. Effect of selenium and light wavelengths on liquid culture of *Cordyceps milistaris* Link. Appl. Biochem. Biotechnol. 166: 2030-2036.

Fletcher, D. L., M. Qiao and D. P. Smith. 2000. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. Poult. Sci. 79: 784-788.

Gu, Y. X., Z. S. Wang and S. X. Li. 2007. Effect of multiple factors on accumulation of nucleosides and bases in *Cordyceps militaris*. Food Chem. 102:1304–1309.

Guo, P., Q. Kai, J. Gao, Z. Lian, C. Wu, C. Wu and H. Zhu. 2010. Cordycepin prevents hyperlipidemia in hamsters fed a high-fat diet via activation of AMP-activated protein kinase. J. Pharmacol. Sci. 113:395-403.

Hind, E., M. N. ElBagir, S. A. Abbass and T. Ginawi. 2012. Effect of natural spices on plasma proteins in broiler chicks. Int. J. Food Sci. Nutr. 2: 2-4.

Holliday, J. and M. Cleaver. 2008. Medicinal value of the caterpillar fungi species of the genus *Cordyceps* (Fr.) Link (Ascomycates). Int. J. Med. Mush. 10: 219-234.

Holliday, J. C., P. Cleaver, M. Loomis-Powers and D. Patal. 2004. Analysis of quality and techniques for hybridization of medical fungus *Cordyceps sisnesis* (Berk.) Sacc. (Ascomycetes). Int. J. Med. Mush. 6: 151-164.

Isaka, M., P. Kittakoop, K. Kirtikara, N. L. Hywel-Jones and Y. Thebtaranonth. 2005. Bioactive aubstance from insect pathogenic fungi. Accounts Chem. Res. 38: 813-823.

Kai Y., M. Yea, Z. Zhoua, W. Sunb and X. Linb. 2013. The genus Cordyceps : a chemical and pharmacological review. J. Pharm. Pharmacol. 65: 474–493.

Kang, P. D., G. B. Sung, K. Y. Kim, M. J. Kim, I. P. Hong and N. G. Ha. 2010. Breeding of silkworm variety for synnemata production of Isaria tenuipes. Mycobiol. 38: 180-183.

Kim, S. Y., B. Shrestha, G. H. Sung, S. K. Han and J. M. Sung. 2011. Optimum Conditions for Artificial Fruiting Body Formation of *Cordyceps cardinalis*. Mycobiol. 38: 133-136.

Kitakaze, M. and M. Hori. 2000. Adenosine therapy: a new approach to chronic heart failure, Expert Opin. Investig. Drugs. 9: 2519-2535.

Kneifel, H., W. A. Konig, W. Loeffler and R. Muller. 1977. Ophiocordin, an antifungal antibiotic of *Cordyceps ophioglossoides*. Archiv. Microbiol. 113: 121-130.

Kodama, E. N., R. P. McCaffrey, K. Yusa and H. Mitsuya. 2000. Antileukemic activity and mechanism of action of cordycepin against terminal deoxynucleotidyl transferase-positive (TdT+) leukemic cells. Biochem. Pharmacol. 59: 273-281.

Koh, J. H., H. J. Suh and T. S. Ahn. 2003. Hotwater extract from mycelia of *Cordyceps sinensis* as a substitute for antibiotic growth promoters. Biotech. Letter. 25: 585-590.

Koh, J. H., K. W. Yu, H. J. Suh, Y. M. Choi and T. S. Ahn. 2002. Activation of macrophages and the intestinal immune system by orally administered decoction from cultured mycelium of *Cordyceps sinensis*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 66: 407-411.

Kuperus, W. 2002. The feeding value of Moringa (*Moringa Oleifera*) foliage as replacement to conventional concentrate diet in bengal goats. (Online). Available at: http://www.nexuscademicpublishers.com (Accessed on 21 June, 2019).

Le Bihan-Duval, E., N. Millet and H. Remignon 1999. Broiler meat quality: Effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. Poult. Sci. 78: 822–826.

Lee, B., J. Park, H. J. Shin., S. Kwon, M. Yeom, B. Sur, S. Kim, M. Kim, H. Lee, S. H. Yoon and D. H. Hahm. 2011. *Cordyceps militaris* improves neurite outgrowth in neuro2A cells and reverses memory impairment in rats. Food Sci. Biotechnol. 20: 1599–1608.

Lee, H. J., P. Burger, M. Vogel, K. Friese and A. Brüning. 2012. The nucleoside antagonist cordycepin causes DNA double strand breaks in breast cancer cells. Invest. New Drugs. 30: 1917–1925.

Lee, T. T., J. Y. Ciou, C. L. Chen and B. Yu. 2013. Effect of *Echinacea purpurea* L. on oxidative status and meat quality in Arbor Acres broilers. J. Sci. Food Agric. 93: 166-172.

Li, C., Z. Li, M. Fan, W. Cheng, Y. Long, T. Ding and L. Ming. 2006. The composition of Hirsutella sinensis, anamorph of *Cordyceps sinensis*. J. Food Compos. Anal. 19:800-805.

Li, Y., W. J. Xue, P. X. Tian, X. M. Ding, H. Yan, X. M. Pan, and X. S. Feng. 2009. Clinical application of *Cordyceps sinensis* on immunosuppressive therapy in renal transplantation. Transplant. 41:1565–1569.

Lin, W. H. and M. T. Tsai. 2007. Improvement of sperm production in subfertile Boars by *Cordyceps militaris* supplement. Am. J. Chinese Med. 35: 631–641.

Lim, K., C. H. Lee and E. Chang. 2012. Optimization of solid state culture condition for the production of adenosine, cordycepin, and d-mannitol in fruiting bodies of medicinal caterpillar fungus *Codyceps militaris* (L.:Fr.) Link (Ascomycetes). Int. J. Med. Mush. 14: 181-187.

Liu, X., K. Huang and J. Zhou. 2014. Composition and antitumor activity of the mycelia and fruiting bodies of *Cordyceps militaris*. J. Food Nutr. Res. 2: 74-79.

Mar, T. T. and S. Lumyong. 2012. Evaluation of effective entamopathogenic fungi to fruit fly pupa, *Bactrocera* spp. and their antimicrobial activity. Chiang Mai J. Sci. 39: 464-477.

Müller, W. E. G., G. Seibert, R. Beyer, H. J. Breter, A. Maidhof and R. K. Zahn. 1977. Effect of cordycepin on nucleic acid metabolism in L5178Y cells and on nucleic acid-synthesizing enzyme systems. Cancer Res. 37: 3824–3833.

Nakamura, K., K. Konoha, N. Yoshikawa, Y. Yamaguchi, S. Kagota, K. Shinozuka and M. Kunitomo. 2005. Effect of cordycepin (3'-deoxyadenosine) on hematogenic lung metastatic model mice. In Vivo. 19: 137–141.

Nakamura, K., Y. Yamaguchi, S. Kagota, Y. M. Kwon, K. Shinozuka and M. Kunitomo. 1999. Inhibitory effect of *Cordyceps sinensis* on spontaneous liver metastasis of lewis lung carcinoma and B16 melanoma cells in syngeneic mice. Jpn. J. Pharmacol. 79: 335–341.

Parcell A. C., J. M. Smith, S. S. Schulthies, J. W. Myrer and G. Fellingham. 2004. *Cordyceps sinensis* (CordyMax Cs-4) supplementation does not improve endurance exercise performance. Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. 14: 236–242.

Philip K. T. and H. Mario. 2010. The Inter-linkages between Rapid Growth in Livestock Production, Climate Change, and the Impacts on Water Resources, Land Use, and Deforestation. (Online). Available at: http://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/1813-9450-5178. (Accessed on 24 June, 2019).

Salwa, A. E., B. Chayma, E. G. Emna and B. Hassen. 2007. Cytotoxicity and apoptosis induction by the mycotoxin zearalenone and its metabolites alpha and beta zearalenol in the human Caco-2 cells. Toxicol. Lett. 172: 62.

Schmidt, K., Z. Li, B. Schubert, B. Huang, S. Stoyanova and M. Hamburger. 2003. Screening of entomopatho- genic deuteromycetes for activities on targets involved in degenerative diseaces of the central nervous system. J. Ethnophamacol. 89: 288-297.

Shashidhar, M. G., P. Giridhar, U. K. Sankar and B. Manohar. 2013. Bioactive principles from *Cordyceps sinensis*: A potent food supplement – A review. J. Functional Foods. 5: 1013-1030.

Shrestha, B., W. H. Lee, S. K. Han and J. M. Sung. 2006. Observations on some of the mycelial growth and pigmentation characteristics of *Cordyceps militaris* isolates. Mycobiol. 34: 83-91.

Shrestha, B., S. K. Choi, H. K. Kim, T. W. Kim and J. M. Sung. 2005. Genetic analysis of pigmentation in *Cordyceps milistaris*. Mycobiol. 33: 125-130.

Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics (A Biometrics Approach). 2nd ed. McGraw-Hill : New York.

Suh, S. -O., H. Noda and M. Blackwell. 2001. Insect symbiosis: derivation of yeast-like endosymbionts within an entomopathogenic filamentous lineage. Mol. Biol. Evol. 18: 995-1000.

Sung, G. H., N. L. Hywel-Jones, J. M. Sung, J. J. Luangsaard, B. Shrestha and J. W. Spatafora. 2007. Phylogenetic classification of *Cordtceps* and the claviccipitaceous fungi. Stud. Mycol. 57: 5-59.

Tingli, S., D. Wenpeng, J. Guohong,Y. Jingbo, L. Jizhang, Z. Lijie and M. Peilong. 2019. *Cordyceps militaris* improves chronic kidney disease by affecting TLR4/NF-ΚB redox signaling pathway. (Online). Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6462325/ (Accessed on 11 July, 2019).

Van Laack, R. L., C. H. Liu, M. O. Smith and H. D. Loveday. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. Poult. Sci. 79: 1057-1061.

Warriss, P. D. 2000. Meat Science: An Introductory Text. CABI, Oxon.

Wasser, S. P., M. Y. Didukh, M. A. L. Amazonas, E. Nevo, P. Stamets and A. F. Eira. 2002. Is a widely cultivated culinary-medicinal royal sun Agaricus (the Himematsutake Mushroom) indeed Aga-ricus blazei Murrill. Int. J. Med. Mushr. 4: 267–290.

Weil, M. K. and A. P. Chen. 2011. PARP inhibitor treatment in ovarian and breast cancer. Curr. Probl. Cancer. 35: 7–50.

Wenying, H., L. Min, W. Jianping, W. Zhixiang, H. Yanqun and C. Wen. 2019. On growth performance, nutrient digestibility, blood T lymphocyte subsets, and cardiac antioxidant status of broilers. Anim. Nutr. 5: 68-73.

Wigipedia. 2012. *Ophiocordyceps sinensis*. (Online). Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Ophiocordyceps_sinensis. (Accessed on 14 February, 2019).

Winkler, D. 2008. Yartsa Gunbu (*Cordyceps sinensis*) and the fungal commodification of Tibet's rural economy. Econ. Bot. 62: 291–305.

Wu, F., H. Yan, X. Ma, J. Jia, G. Zhang, X. Guo and Z. Gui. 2012. Comoarison of the structural characterization and biological activity of acidic polysaccharides from *Cordyceps militaris* cultured with different media. World J. Microb. Biot. 28: 2029-2038.

Wu, J. Y., Q. X. Zhang and P. H. Leung. 2007. Inhibitory effects of ethyl acetate extract of cordyceps sinensis mycelium on various cancer cells in culture and B16 melanoma in C57BL/6 mice. Phytomed. 14: 43-49.

Yoshikawa, N., K. Nakamura, Y. Yamaguchi, S. Kagota, K. Shinozuka and M. Kunitomo. 2004. Antitumour activity of cordycepin in mice. Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. 31: S51–3.

Yu, H. M., B.-S. Wang, S. C. Huang and P. D. Duh. 2006. Comparison of protective effects between cultured *Cordyceps militaris* and natural *Codyceps sinensis* against oxidative damage. J. Agric. Food Chem. 54: 3138-3188.

Yu, K. W., H. J. Suh, S. H. Bae, C. S. Lee, S. H. Kim and C. S. Yoon. 2001. Chemical properties and physiological activities of stromata of *Cordyceps militaris*. J. Microbiol. Biotechnol. 11: 266–274.

Yu, K. W., K. M. Kim and H. J. Suh. 2003. Pharmacological activities of stromata of *Cordyceps scarabaecola*. Phytother. Res. 17: 244-249.

Yu, R., L. Song, Y. Shao, W. Bin, L. Wang, H. Zhang, Y. Wo, W. Ye and X. Yao. 2004a. Isolation and biological properties of polysaccharide CPS-1 from cultured *Cordyceps militaris*. Fitoterapia. 75: 465-472.

Yu, R., L. Wang, H. Zhang, C. Zhou and Y. Zhao. 2004b. Isolation, purification and identification of polysaccharides from cultured *Cordyceps militaris*. Fitoterapia. 75: 662-666.

Yu, R. M., W. Yang, L. Y. Song, C. Y. Yan, Z. Zhang and Y. Zhao. 2007. Structural characterization and antioxidant activity of a polysaccharide from the fruiting bodies of cultured *Cordyceps militaris*. Carbohydr. Polym. 70 : 430–436.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพประกอบ

ภาพที่ 1 เห็ดถั่งเช่าสีทอง (*Cordyceps militaris*)

ภาพที่ 4 วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองสด

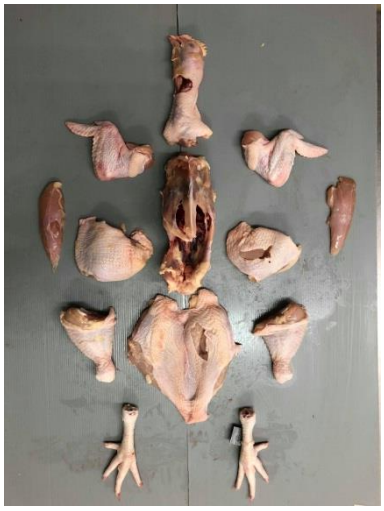
ภาพที่ 2 วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองตากแห้ง

ภาพที่ 5 วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองแห้งบด

ภาพที่ 3 อุปกรณ์ในการเจาะและเก็บเลือดไก่

ภาพที่ 6 การสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดไก่

ภาพที่ 7 การชั่งน้ำหนักไก่ก่อนฆ่า



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบต่างๆ ของซากไก่

ภาพที่ 8 การวิเคราะห์หาการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ (drip loss)

ภาพที่ 10 การวิเคราะห์หาการสูญเสียน้ำเนื่องจากการทำให้สุก (cooking loss)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาวปริชญา หนูพันธ์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6010620043

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2559

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับในระหว่างการศึกษา)

ทุนสนับสนุนการทำการวิจัยจากสถานวิจัยความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติ ระยะที่ 2 คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

ปริชญา หนูพันธ์, ปิ่น จันจุฬา และสุธา วัฒนสิทธิ์. 2562. ผลของการใช้วัสดุเพาะเห็ดถั่งเช่าสีทองต่อสมรรถภาพการผลิตและเมแทบอไลท์ในกระแสเลือดของไก่เนื้อ. แก่นเกษตร (ฉบับพิเศษ 1) 47: 423-428.