Research Article
Journal of Advanced Development in Engineering and Science
Vol.16 ● No.46 • May – August 2026

ผลการเสริมเปลือกโกโก้ป่นต่อค่าโลหิตวิทยา ลักษณะซาก และค่าสีเนื้อของไก่เนื้อ

Effect of Cocoa Husk Meal Supplementation on Blood Hematological, Carcass Characteristics and Meat Color of Broiler Chickens

ชัยพฤกษ์ หงษ์ลัดดาพร[1*] ชมภูนาฏ ชมภูพันธ์[2] และ ปานฤทัย พุทธทองศรี[3]
Chaiyapruek Hongladdaporn[1*], Chomphunat Chomphuphan[2] and Panruethai Putthongsri[3]

Received: 30 June 2025
Revised: 28 January 2026
Accepted: 10 April 2026

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมเปลือกโกโก้ป่นในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยา ลักษณะซากและค่าสีเนื้อของไก่เนื้อ ใช้ไก่เนื้อสายพันธุ์อาร์เบอร์ เอเคอร์ส อายุ 1 วัน คละเพศ จำนวน 200 ตัว สุ่มไก่ออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง ได้แก่ 1) กลุ่มไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น 2) กลุ่มเสริมเปลือกโกโก้ป่น 3) กลุ่มเสริมเปลือกโกโก้สกัดหยาบป่น และ 4) กลุ่มเสริมเปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชันป่น ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ กลุ่มทดลองละ 5 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว ให้ไก่เนื้อได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ จนกระทั่งอายุ 42 วัน ผลการศึกษาพบว่าการเสริมเปลือกโกโก้ป่นไม่ส่งผลกระทบต่อค่าโลหิตวิทยาของไก่เนื้อ ($P>0.05$) ทำให้ค่าอัตราส่วนเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ลดลง นอกจากนี้พบว่าการเสริมเปลือกโกโก้ป่นไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะซากและสีของเนื้อ ($P>0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เปลือกโกโก้ป่นเป็นวัตถุดิบเสริมในอาหารไก่เนื้อได้โดยไม่ส่งผลเสียต่อค่าโลหิตวิทยา ลักษณะซากและค่าสีเนื้อของไก่เนื้อ

คำสำคัญ: ไก่เนื้อ เปลือกโกโก้ป่น ค่าโลหิตวิทยา ลักษณะซาก ค่าสีเนื้อ

[1]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เลย ประเทศไทย 42000
[1]Animal Science Program, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand 42000
[2]กลุ่มวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เลย ประเทศไทย 42000
[2]Educational technology and innovation Division, Faculty of Education, Loei Rajabhat University 42000, Thailand
[3]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เลย ประเทศไทย 42000
[3]Chemical Program, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand 42000
[*]ผู้นิพนธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: chaiyapruek.hon@lru.ac.th

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of cocoa husk meal supplementation on blood hematology, carcass characteristics and meat color of broiler chickens. A total of 200 one-day-old mixed-sex Arbor Acres broiler chicks were used in a completely randomized design. Birds were randomly assigned to 4 dietary treatments consisting of 1) control (no cocoa husk) 2) cocoa husk 3) cocoa husk crude extract and 4) cocoa husk microemulsion extract with 5 replicates per treatment and 10 birds per replicate. Feed and water were provided ad libitum throughout the 42-d experimental period. The results indicated that cocoa husk meal supplementation had no significant effect ($P > 0.05$) on blood hematological parameters; however, a decrease in the heterophil to lymphocyte (H:L) ratio was observed. In addition, dietary supplementation with cocoa husk and its extracts did not affect meat quality traits or meat color ($P > 0.05$). In conclusion, cocoa husk and its extracts can be included in broiler diets without adverse effects on hematological parameters, carcass characteristics, or meat quality.

Keywords: Broiler Chickens; Cocoa Husk Meal; Blood Hematological; Carcass Characteristics; Meat Color

บทนำ

โกโก้ (cocoa) จัดเป็นพืชในตระกูล Sterculiaceae มีชื่อเรียกทางพฤกษศาสตร์ว่า *Theobroma cacao* L. จัดเป็นไม้ผลเขตร้อน เมล็ดโกโก้มีถิ่นกำเนิดบริเวณกลางป่าลึกซึ่งเป็นป่าดิบชื้น [1] นิยมปลูกในแถบอเมริกากลาง อเมริกาใต้ แอฟริกาใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต้นโกโก้สูงประมาณ 12 เมตร เจริญเติบโตได้ดีในร่มเงาของไม้ ให้ผลผลิตตั้งแต่ 18 เดือนหลังปลูกและจะให้ผลผลิตเต็มที่ในปีที่ 5 ผลผลิตประมาณ 70 ถึง 100 ฝักต่อปี อายุการเก็บผลผลิตประมาณ 25 ถึง 50 ปี [2] เป็นพืชที่ดูแลง่าย เจริญเติบโตเร็ว ทนแล้ง และให้ผลผลิตสูง โดยโกโก้จะเริ่มให้ผลผลิตในปีที่ 3 ซึ่งมีต้นทุนเฉลี่ย 8,335.76 บาทต่อไร่ มีผลผลิต 1,406.09 กิโลกรัมต่อไร่ ผลตอบแทนเฉลี่ย 12,654.81 บาทต่อไร่ และปีที่ 4 มีต้นทุนเฉลี่ย 9,110.53 บาทต่อไร่ มีผลผลิต 2,125.55 กิโลกรัมต่อไร่ ผลตอบแทนเฉลี่ย 19,129.95 บาทต่อไร่ มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่จะลงทุนในระยะเวลา 30 ปี [3] ปัจจุบันมีการส่งเสริมการปลูกโกโก้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูกมากที่จังหวัดอุดรธานี หนองคาย ขอนแก่น และนครราชสีมา[4] ประเทศไทยมีการส่งออกผลผลิตโกโก้และของปรุงแต่งไปยังตลาดต่างประเทศในปี พ.ศ. 2565 มูลค่า 2,428.69 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2567 มูลค่า 3,534.00 ล้านบาท สำหรับความต้องการภายในประเทศ มีการนำเข้าผลิตภัณฑ์โกโก้ในปี พ.ศ. 2566 มูลค่า 2,675.83 ล้านบาท และในปี พ.ศ. 2567 คิดเป็นมูลค่า 3,897.78 ล้านบาท [5]

เมล็ดโกโก้มีไขมัน 30 ถึง 50% แป้ง 15% และโปรตีน 15% โกโก้เป็นแหล่งสำคัญของโพลีฟีนอล (polyphenol) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเครียดและลดระดับไขมันในเลือด การผลิตไก่เนื้อในปัจจุบันเป็นการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดในปริมาณที่หนาแน่น ทำให้ไก่เนื้อเกิดความเครียด เกิดอนุมูลอิสระ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลงและมีอัตราการตายสูง ส่งผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต

ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive) เสริมในอาหารสัตว์ เป็นสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิชันโดยทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากความเครียดของสัตว์ทำให้ไก่เนื้อมีประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีขึ้น จากรายงานการวิจัยพบว่าในเปลือกโกโก้มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (ฟลาโวนอยด์ ธีโอโบรมีน เอพิคาเทชิน และคาเทชิน) ในปริมาณสูง [6] เปลือกโกโก้ (cocoa pod husk; CPH) เป็นเศษเหลือหรือผลพลอยได้ หลังจากที่นำเมล็ดออกจากผลโกโก้ของเกษตรกรหรือโรงงานผลิตโกโก้ [7] โดยจะเหลือเปลือกโกโก้ประมาณ 75% [8] มีงานวิจัยที่รายงานว่าเปลือกโกโก้มีสารยับยั้งแบคทีเรีย [9] และมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ธีโอโบรมีน (theobromine) และฟินอลิก (phenolic) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [10] โดยจะถูกปลดปล่อยจากการย่อยเยื่อใยและเปลี่ยนแปลงโดยจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร ให้มีขนาดเล็กและดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น [11] จากงานวิจัยที่ผ่านมามีรายงานว่าสามารถใช้เปลือกโกโก้เป็นวัตถุดิบอาหารไก่เนื้อได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต [12-15] และมีรายงานว่าการเสริมวัตถุดิบที่มีสารต้านอนุมูลอิสระผสมในอาหารสัตว์ สามารถช่วยลดความเครียดจากภาวะออกซิเดชั่นได้ [16, 17]

ในปัจจุบันจังหวัดเลยมีการส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ปลูกโกโก้เพื่อเป็นพืชเศรษฐกิจในพื้นที่อำเภอนาแห้ว อำเภอด่านซ้าย อำเภอเมือง และอำเภอภูเรือ เกษตรกรส่วนใหญ่จะทำสัญญาซื้อขายกับบริษัทส่งเสริมและจำหน่ายต้นพันธุ์ผ่านนายหน้าหรือตัวแทนรับซื้อในท้องที่ นิยมขายผลผลิตในรูปของเมล็ดสดโดยการผ่าผล (ฝัก) โกโก้สุกเพื่อขายเมล็ดสด ส่วนเปลือกโกโก้ส่วนใหญ่จะส่งขายเพื่อนำไปใช้ทำเป็นเชื้อเพลิง แต่ส่วนใหญ่จะเหลือทิ้งเพราะราคาขายเปลือกไม่คุ้มกับค่าดำเนินการ เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบทางเคมีและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเปลือกโกโก้ รวมถึงโกโก้หนึ่งผลจะมีส่วนของเปลือกมากถึง 75% [8] ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาผลของการใช้เปลือกโกโก้ป่นและเปลือกโกโก้สกัดป่นต่อค่าโลหิตวิทยา ลักษณะซาก และค่าสีเนื้อของไก่เนื้อ

วิธีดำเนินการวิจัย

1.สัตว์ทดลองใช้ไก่เนื้อพันธุ์การค้าอาร์เบอร์ เอเคอร์ (Arbor Acres) คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 200 ตัว เลี้ยงไก่เนื้อในคอกขังรวม ในโรงเรือนระบบเปิด คอกที่ใช้เลี้ยงเป็นพื้นคอนกรีตปูรองด้วยแกลบ พื้นที่คอกมีขนาด 2.4 ตารางเมตรต่อคอก สุ่มแยกไก่เนื้อออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง (รูปแบบการเสริมเปลือกโกโก้ป่น: ไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น เสริมเปลือกโกโก้ป่น เสริมเปลือกโกโก้สกัดหยาบป่น และเสริมเปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชันป่น) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) จำนวน 4 กลุ่มทดลองๆ ละ 5 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว (เพศผู้ 5 ตัว และ เพศเมีย 5 ตัว)

2.การเตรียมเปลือกโกโก้ผสมอาหาร นำเปลือกโกโก้มาทำความสะอาดและบดให้ละเอียด (เปลือกโกโก้บดละเอียด) หลังจากนั้นนำเปลือกโกโก้บดละเอียดมาสกัด โดยดัดแปลงจากวิธีของ Chidan et al. [18] โดยแช่เปลือกโกโก้ในเอทานอล 95% เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นทำการระเหยเอทานอล และนำเปลือกโกโก้ที่ผ่านการสกัดไปตากแดดให้แห้ง (เปลือกโกโก้สกัดหยาบ) นำสารสกัดหยาบเข้าสู่กระบวนการทำให้สารสกัดหยาบอยู่ในรูปไมโครอิมัลชัน (เปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชัน) โดยดัดแปลงจากวิธีของ Xiangzhou et al. [19] และ Lutfi et al. [20] ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกโกโก้ เปลือกโกโก้สกัดหยาบ และเปลือกโกโก้สกัดนาโนอิมัลชัน โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าเปลือกโกโก้ป่น เปลือกโกโก้สกัดหยาบป่น และเปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชันป่นในสภาพแห้งมีความชื้น (air dry basis) มีปริมาณโภชนะใกล้เคียงกัน มีโปรตีน 7.56, 7.54 และ 7.50% ไขมัน 1.18, 1.15 และ 1.04%

เยื่อใย 26.74, 26.59 และ 25.89% เถ้า 11.09, 11.17 และ 10.22% แป้งรวม 42.13, 41.95 และ 44.25% [21] และพลังงานทั้งหมด 3167.55, 3146.70 และ 3194.39 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

3.การประกอบสูตรอาหารโดยใช้กากถั่วเหลือง ถั่วเหลืองไขมันเต็ม ปลายข้าว รำหยาบ น้ำมันถั่วเหลือง ไดแคลเซียมฟอสเฟต แคลเซียมคาบอเนต เกลือ ดีแอล-เมทไธโอนีน และสารผสมล่วงหน้า ประกอบสูตรอาหาร 4 สูตร ตามกลุ่มทดลอง: ไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น เสริมเปลือกโกโก้ป่น เสริมเปลือกโกโก้สกัดหยาบป่น และเสริมเปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชันป่น แบ่งการเลี้ยงออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะ 1 ถึง 3 สัปดาห์ และระยะ 4 ถึง 6 สัปดาห์ ประกอบสูตรอาหารให้มีโปรตีน พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ แร่ธาตุ และวิตามิน ตรงตามความต้องการของไก่เนื้อ ตามคำแนะนำของ NRC [22] ดังแสดงใน Table 1 และ Table 2 ให้ไก่เนื้อได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (ad libitum) ในเวลา 06.30 และ 17.00 น.

Table 1 Experimental diets for broiler chicken age of 1–3 weeks

Experimental diets	Cocoa husk meal supplement[1]			
	Non-CHM	CHM	CHM-CE	CHM-ME
Ingredients, %				
Soybean meal	12.88	12.36	12.36	12.36
Full fat soybean	40.00	40.00	40.00	40.00
Broken rice	36.00	36.00	36.00	36.00
Rice hulls	3.00	0.52	0.52	0.52
Cocoa husk meal	0.00	3.00	3.00	3.00
Soybean oil	3.18	3.18	3.18	3.18
Dicalcium phosphate[2]	2.15	2.15	2.15	2.15
Calcium carbonate[3]	1.45	1.45	1.45	1.45
Common salt	0.60	0.60	0.60	0.60
DL-Methionine	0.24	0.24	0.24	0.24
Premix[4]	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Nutrients calculated, %				
Dry matter	90.23	90.20	90.19	90.20
Crude protein (Nx6.25)	23.00	23.00	23.00	23.00
Calculated ME, kcal/kg	3000,	3041,	3041,	3044,
Ether extract	10.74	10.77	10.77	10.76
Crude fiber	7.83	7.60	7.60	7.58
Calcium	1.20	1.20	1.20	1.20
Available phosphorous	0.50	0.50	0.50	0.50
Lysine	1.40	1.40	1.40	1.40
Methionine	0.60	0.60	0.60	0.60
Methionine + Cystine	0.98	0.98	0.98	0.98

Remarks: [1]Coa husk meal supplement: Non-CHM = Non Supplement cocoa husk meal; CHM = Cocoa husk meal; CHM-CE = Cocoa husk meal-crude extract; CHM-ME = Cocoa husk meal- micro emulsion extract, [2]Contained 23.31 % calcium and 17.48 % phosphorous; [3]Calcium content 38.00 %; [4]Mineral and vitamins premix provided the following per kilogram of diets; manganese, 86.28 mg; iron, 108.11 mg; copper, 62.74 mg; selenium, 32.75 mg; zinc, 136.99 mg; iodine, 1.64 mg; vitamin A, 1650 IU; cholecalciferol, 330 IU; vitamin E, 100 mg; vitamin K, 4.31 mg; vitamin B_1, 2.53 mg; vitamin B_2, 8.02 mg; nicotinic acid, 53.96 mg; vitamin B_6, 2.53 mg; vitamin B_{12}, 1.54 mg; pantothenic acid, 13.23 mg; folic acid, 1.38 mg; biotin, 5.50 mg; and chorine, 2583.33 mg;

Table 2 Experimental diets for broiler chicken age of 4–6 weeks

Experimental diets	Cocoa husk meal supplement[1]			
	Non-CHM	CHM	CHM-CE	CHM-ME
Ingredients, %				
Soybean meal	11.35	10.84	10.84	10.84
Full fat soybean	30.50	30.50	30.50	30.50
Broken rice	48.00	48.00	48.00	48.00
Rice hulls	3.00	0.51	0.51	0.51
Cocoa husk meal	0.00	3.00	3.00	3.00
Soybean oil	3.05	3.05	3.05	3.05
Dicalcium phosphate[2]	1.93	1.93	1.93	1.93
Calcium carbonate[3]	1.10	1.10	1.10	1.10
Common salt	0.40	0.40	0.40	0.40
DL-Methionine	0.17	0.17	0.17	0.17
Premix[4]	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Nutrients calculated, %				
Dry matter	90.04	90.00	89.99	90.01
Crude protein (Nx6.25)	20.00	20.00	20.00	20.00
Calculated ME, kcal/kg	3000,	304,2	304,2	3044,
Ether extract	8.97	9.00	9.00	8.99
Crude fiber	8.38	8.15	8.14	8.12
Calcium	1.00	1.00	1.00	1.00
Available phosphorous	0.45	0.45	0.45	0.45
Lysine	1.20	1.20	1.20	1.20
Methionine	0.50	0.50	0.50	0.50
Methionine + Cystine	0.84	0.84	0.84	0.84

Remarks: [1]Coa husk meal supplement: Non-CHM = Non Supplement cocoa husk meal; CHM = Cocoa husk meal; CHM-CE = Cocoa husk meal-crude extract; CHM-ME = Cocoa husk meal-micro emulsion extract, [2]Contained 23.31 % calcium and 17.48 % phosphorous; [3]Calcium content 38.00 %; [4]Mineral and vitamins premix provided the following per kilogram of diets; manganese, 86.28 mg; iron, 108.11 mg; copper, 62.74 mg; selenium, 32.75 mg; zinc, 136.99 mg; iodine, 1.64 mg; vitamin A, 1650 IU; cholecalciferol, 330 IU; vitamin E, 100 mg; vitamin K, 4.31 mg; vitamin B_1, 2.53 mg; vitamin B_2, 8.02 mg; nicotinic acid, 53.96 mg; vitamin B_6, 2.53 mg; vitamin B_{12}, 1.54 mg; pantothenic acid, 13.23 mg; folic acid, 1.38 mg; biotin, 5.50 mg; and chorine, 2583.33 mg;

4.การเก็บข้อมูล

4.1 การศึกษาค่าโลหิตวิทยา

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ไก่เนื้ออายุ 42 วัน) สุ่มไก่เพศผู้ จำนวน 40 ตัวเพื่อเก็บตัวอย่างเลือด (หน่วยทดลองละ 2 ตัว จำนวน 10 ตัวต่อทรีทเมนต์) ทำการอดอาหารไก่เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยใช้เข็มเบอร์ 26 (sterilized needle No.26) เจาะเส้นเลือดไก่บริเวณปีก (wing vein) ตำแหน่งแอ่งสามเหลี่ยมบริเวณด้านในของปีก (ระหว่างกระดูก humerus กับ radius ulna) ตัวละ 2 มิลลิลิตร เก็บเลือดในหลอดเก็บตัวอย่างเลือด (blood collection tube) ที่บรรจุสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (ethylene diamine tetra-acetic acid: EDTA) นำไปวิเคราะห์หาค่าฮีโมโกลบิน (hemoglobin: Hb) ค่าความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit: Hct) จำนวนเม็ดเลือดแดง (red blood cell: RBC count) จำนวนเม็ดเลือดขาว (white blood cell: WBC count) วิเคราะห์แยกชนิดของเม็ดเลือดขาว (differential leukocyte count) ได้แก่ ร้อยละของเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิล (eosinophil) โมโนไซต์ (monocyte) ลิมโฟไซต์ (lymphocyte) และเฮทเทอโรฟิล (heterophil) เพื่อนำไปหาอัตราส่วนของเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ (H/L ratio) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เลือดอัตโนมัติ (auto hematology analyzer; Model BC-5300, SHENZHEN MINDRAY BIO-MEDICAL ELECTRONICS CO.,LTD, Shenzhen, China)

4.2 การศึกษาลักษณะซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ไก่เนื้ออายุ 42 วัน) สุ่มไก่เพศผู้ จำนวน 40 ตัว (หน่วยทดลองละ 2 ตัว จำนวน 10 ตัวต่อทรีทเมนต์) อดอาหารไก่เป็นเวลา 12 ชั่วโมง โดยมีน้ำให้กินตลอดเวลา บันทึกน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า ทำการฆ่าโดยใช้มีดเชือดบริเวณเส้นเลือดดำคอ (jugular vein) จุ่มซากไก่ลงในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 58 องศาเซลเซียส นำซากไก่ไปถอนขน ล้างซากด้วยน้ำสะอาด ทำการเปิดซากเอาเครื่องในออก บันทึกน้ำหนักซาก ตัดแต่งซาก และบันทึกน้ำหนักชิ้นส่วนต่างๆ (เนื้ออก สะโพกรวมน่อง ปีก และอวัยวะภายใน) ทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก (carcass percentage) และเปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนตัดแต่ง (cutting percentage) ตามวิธีการของ สัญชัย [23]

4.3 การศึกษาสีเนื้อ

หลังการตัดแต่งซาก เก็บตัวอย่างเนื้อหน้าอก (จำนวน 40 ตัวอย่าง 10 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์) และเนื้อสะโพก (จำนวน 40 ตัวอย่าง, 10 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์) เพื่อวัดสีของเนื้ออกและเนื้อสะโพก ด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ (3 nh Colorimeter, GUANGDONG THREENH TECHNOLOGY CO., LTD, Guangzhou, China) ตำแหน่งเดิมทุกครั้งในการวัดแต่ละตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัดซ้ำ 3 จุด บันทึกค่าความสว่างของเนื้อ (lightness: L*) ค่าความแดงของเนื้อ (redness: a*) และค่าความเหลืองของเนื้อ (yellowness: b*) ตามวิธีการของ สัญชัย [23]

5.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) ของข้อมูล และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’ s New Multiple Range Tests [24] ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS [25]

6.สถานที่ทำการทดลองฟาร์มสัตว์ทดลองสาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลยการศึกษาครั้งนี้อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการใช้สัตว์ทดลอง เพื่องานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เลขที่ A 002/2566

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาค่าโลหิตวิทยา

ผลการศึกษาพบว่าการเสริมเปลือกโกโก้ไม่ส่งผลต่อค่าโลหิตวิทยาของไก่เนื้อ โดยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น อาหารเสริมเปลือกโกโก้ป่น อาหารเสริมเปลือกโกโก้สกัดหยาบป่น และอาหารเสริมเปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชันป่น มีความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น ฮีโมโกลบิน จำนวนเม็ดเลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดขาว เม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิล (H) ลิมโฟไซต์ (L) โมโนไซต์ อีโอซิโนฟิล และค่าอัตราส่วนเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟไซต์ (H/L ratio) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Effect of dietary Cocoa husk meal on blood parameters

Items	Cocoa husk meal supplement[1]				SEM	P-value
	Non-CHM	CHM	CHM-CE	CHM-ME		
Hematological characteristics						
Hematocrit (%)	38.59	38.98	39.23	39.41	0.64	0.818
Hemoglobin (g/dL)	12.92	12.95	13.08	13.32	0.37	0.868
Red blood cell (x10^6 cell/uL)	2.76	2.92	2.88	2.96	0.10	0.555
White blood cell (x10^6 cell/uL)	4.71	4.65	4.54	4.53	0.15	0.812
Heterophil (%)	39.30	38.65	38.25	37.45	0.56	0.168
Lymphocyte (%)	55.20	55.83	56.09	55.90	1.06	0.939
Monocyte (%)	2.43	2.33	2.24	2.29	0.14	0.778
Eosinophil (%)	5.75	5.60	5.56	5.51	0.42	0.980
H/L ratio	0.72	0.69	0.68	0.67	0.02	0.442

Remarks: [1]Coa husk supplement: Non-CHM = Non Supplement cocoa husk meal; CHM = Cocoa husk meal; CHM-CE = Cocoa husk meal-crude extract; CHM-ME = Cocoa husk meal-micro emulsion extract

ผลการศึกษาลักษณะซาก

ผลการศึกษาพบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น อาหารเสริมเปลือกโกโก้ป่น อาหารเสริมเปลือกโกโก้สกัดหยาบป่น และอาหารเสริมเปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชันป่น มีคุณภาพซากใกล้เคียงกัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ของชิ้นส่วน ได้แก่ เนื้ออก สะโพกรวมน่อง ปีก ตับ หัวใจ กึ๋น ลำไส้ และไขมันช่องท้อง ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Effect of dietary Cocoa husk meal on carcass quality

Items	Cocoa husk meal supplement[1]				SEM	P-value
	Non-CHM	CHM	CHM-CE	CHM-ME		
Carcass quality (%)						
Carcass percentage[2]	88.54	87.43	88.53	88.25	0.30	0.065
Cutting percentage[3]						
Breast meat	22.68	22.03	22.50	22.41	0.62	0.900
Thigh and drum stick	22.12	21.57	21.53	22.36	0.42	0.446
Wing	6.88	7.07	7.41	7.18	0.15	0.128
Liver	2.39	2.41	2.57	2.56	0.08	0.291
Heart	0.77	0.72	0.73	0.71	0.04	0.710
Gizzard	2.60	2.68	2.75	2.81	0.19	0.880
Intestine	5.64	6.01	5.87	5.81	0.09	0.070
Abdominal fat	1.77	1.79	1.76	1.74	0.11	0.987

Remarks: [1]Coa husk supplement: Non-CHM = Non Supplement cocoa husk meal; CHM = Cocoa husk meal; CHM-CE = Cocoa husk meal-crude extract; CHM-ME = Cocoa husk meal-micro emulsion extract: [2]Carcass percentage = (Carcass weight / Live weight) x 100: [3]Cutting percentage = (Organ weight / Live weight) x 100

ผลการศึกษาสีเนื้อ

ผลการศึกษาพบว่าเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น อาหารเสริมเปลือกโกโก้ป่น อาหารเสริมเปลือกโกโก้สกัดหยาบป่น และอาหารเสริมเปลือกโกโก้สกัดไมโครอิมัลชันป่น มีค่าความสว่าง (L) ค่าความแดง (a*) และค่าความเหลือง (b*) ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงใน Table 5

Table 5 Effect of dietary Cocoa husk meal on color of breast and thigh meat

Items	Cocoa husk meal supplement[1]				SEM	P-value
	Non-CHM	CHM	CHM-CE	CHM-ME		
Lightness (L*-value)						
Breast	50.51	50.72	49.19	49.98	1.21	0.813
Thigh	51.35	51.40	51.49	51.82	1.15	0.991
Redness (a*-value)						
Breast	4.25	4.41	4.39	4.47	0.55	0.994
Thigh	8.08	8.21	8.43	8.55	0.69	0.963
Yellowness (b*-value)						
Breast	12.63	12.81	12.78	13.05	0.90	0.991
Thigh	15.07	15.24	15.42	15.62	0.62	0.930

Remarks: [1]Coa husk supplement: Non-CHM = Non Supplement cocoa husk meal; CHM = Cocoa husk meal; CHM-CE = Cocoa husk meal-crude extract; CHM-ME = Cocoa husk meal-nano emulsion extract

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การเสริมเปลือกโกโก้ป่นไม่ส่งผลต่อค่าโลหิตวิทยา แต่พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกโกโก้ป่นมีผลทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลลดลง ส่งผลทำให้ค่า H/L ratio ลดลง โดยค่า H/L ratio เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเครียด ซึ่งหากไก่เกิดความเครียดร่างกายเกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) ที่เยื่อหุ้มเซลล์มากขึ้นก่อให้เกิดความเสียหายกับเซลล์ เมื่อไก่เกิดความเครียดจะปล่อยฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน (corticosterone) และกลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoid) เข้าสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ระดับเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟิลเพิ่มขึ้นและจำนวนเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง [26] ซึ่งการศึกษาครั้งนี้การเสริมเปลือกโกโก้ป่นในอาหารไก่เนื้อทำให้ค่า H/L ratio ลดลง บ่งบอกได้ว่าความเครียดและอนุมูลอิสระลดลงในไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่เสริมเปลือกโกโก้ป่น ทั้งนี้เป็นผลจากสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ในเปลือกโกโก้ ที่มีประสิทธิภาพสูงในการต้านอนุมูลอิสระ [27] สอดคล้องกับผลการศึกษาที่รายงานว่าการเสริมวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระในอาหารสัตว์ ช่วยลดความเครียดจากภาวะออกซิเดชั่นได้ [16, 17] และจากผลการศึกษาพบว่าการเสริมเปลือกโกโก้ป่นไม่ส่งผลต่อลักษณะซาก สอดคล้องกับผลการศึกษาที่รายงานว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารที่ใช้เปลือกโกโก้ป่นเป็นวัตถุดิบมีเปอร์เซ็นต์ซาก [12-14, 28-31] เปอร์เซ็นต์ชิ้นส่วนต่างๆ ของซาก (เปอร์เซ็นต์เนื้ออก สะโพกรวมน่อง และปีก) [30] และเปอร์เซ็นต์อวัยวะต่างๆ (เปอร์เซ็นต์ตับ หัวใจ กึ๋น ลำไส้ และไขมันช่องท้อง) [12-14, 28-31] ไม่แตกต่างกับไก่เนื้อที่ได้รับอาหารไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น นอกจากนี้พบว่าการเสริมเปลือกโกโก้ป่นไม่ส่งผลกระทบต่อสีของเนื้อ เนื่องจากสีของเนื้อเป็นผลจากปริมาณโปรตีนไมโอโกลบิน (myoglobin) ในเนื้อ ซึ่งเป็นอิทธิพลที่เกิดจากพันธุกรรมของตัวสัตว์เอง [32] แต่พบว่าค่าความแดง (a*) ของเนื้อหน้าอกและสะโพกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกโกโก้ป่นมีค่าสูงกว่าเนื้อหน้าอกและสะโพกของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่นถึงแม้จะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สอดคล้องกับผลการศึกษาค่าโลหิตวิทยาที่พบว่าเลือดของไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมเปลือกโกโก้ป่น มีปริมาณฮีโมโกลบินและจำนวนเม็ดเลือดแดงสูง

กว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารไม่เสริมเปลือกโกโก้ป่น จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการเสริมเปลือกโกโก้ป่นในรูปแบบต่างๆ ในอาหารอาจจะลดความเครียดของไก่เนื้อและไม่ส่งผลกระทบเชิงลบต่อลักษณะซากและสีเนื้อของไก่เนื้อ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประเภท Fundermental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 (รหัสข้อเสนอการวิจัย 66A152000008 รหัสโครงการ 181393) โดยสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ผู้เขียนขอขอบคุณสาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย สำหรับอุปกรณ์และสถานที่สำหรับใช้ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

References

[1] Kankarnathikan, P. (2005). *Cocoa Development in Thailand*. Chumphon Horticultural Research Center, Agricultural Research and Development Office Region 7, Department of Agriculture. (in Thai)

[2] Industrial Plant Research Group. (2020). *Cocoa Production Situation*. Available from https://www.doa.go.th. Accessed date: 14 March 2023. (in Thai)

[3] Office of Agricultural Economics 3, Udon Thani. (2022). *Feasibility Study of Cocoa Planting in Nong Khai Province.* Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

[4] Department of Agricultural Extension. (2024). *Report on Plant Production Situation Data*. Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)

[5] Information and Communication Technology Center. (2025). *Summary of Exports Import Products*. Thailand's International Trade Statistics Information System, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Commerce. (in Thai)

[6] Carolina, H. H., et al. (2018). Cocoa Bean Husk: Industrial Source of Antioxidant Phenolic Extract. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *99*(1), 325–333.

[7] Olugosi, O. A., et al. (2019). Nutritional Enhancement of Cocoa Pod Husk Meal Through Fermentation Using *Rhizopus stolonifer*. *African Journal of Biotechnology*, *18*(30), 901–908.

[8] Bentil, J. A., et al. (2015). Enhancement of the Nutritive Value of Cocoa (*Theobroma cacao*) Bean Shells for Use as Feed for Animals Through a Two Stage Solid State Fermentation with *Pleurotus ostreatus* and *Aspergillus niger*. *International Journal of Applied Microbiology and Biotechnology Research*, *3*(2), 20–30.

[9] Hernandaz, H. C., et al. (2018). Bioactive Compounds in Mexican Genotypes of Cocoa Cotyledon and Husk. *Food Chemistry*, *240*, 831–839.

[10] Soares, T. F., & Oliveira, M. B. P. P. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of

Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, *27*(5), 1625.

[11] Canas, S., et al. (2022). Gastrointestinal Fate of Phenolic Compounds and Amino Derivatives from the Cocoa Shell: An In Vitro and In Silico Approach. *Food Research International*, *162*, 112117.

[12] Alemawor, F., et al. (2010). Broiler Performance on Finisher Diets Containing Different Levels of Either *Pleurotus ostreatus*-Fermented Dried Cocoa Pod Husk or Dried Cocoa Pod Husk Supplemented with Enzymes. *Tropical Animal Health and Production*, *42*(5), 933–939.

[13] Adejinmi, O. O., et al. (2011). Performance, Nutrient Digestibility and Carcass Characteristics of Broilers Fed Cocoa Pod Husk-Based Diets. *Nigerian Journal of Animal Science*, *13*, 51–58.

[14] Nortey, T. N., et al. (2015). Cocoa Pod Husk is a Potential Feed Ingredient in Laying Hen Diets. *Livestock Research for Rural Development*, *27*(6), 119.

[15] Benitez, V., et al. (2023). Changes in the Cocoa Shell Dietary Fiber and Phenolic Compounds After Extrusion Determine Its Functional and Physiological Properties. *Current Research in Food Science*, *6*, 100516.

[16] Masuda, T., et al. (2000). A Novel Radical Terminated Compound Produced in the Antioxidant Process of Curcumin Against Oxidation of Fatty Acid Ester. *Tetrahedron Letters*, *41*(13), 2157–2160.

[17] Kamdem, R. E., et al. (2002). Mechanism of Superoxide Scavenging Activity of Neoandrographolide A Natural Product from *Andrographis paniculata* Nees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(16), 4662–4665.

[18] Chidan, C. S., et al. (2012). Utilization of Mango Peels (*Mangifera indica*) for the Extraction of Sugars. *Der Pharma Chemica*, *4*(6), 2422–2426.

[19] Xiangzhou, Y., et al. (2019). Liposome-Whey Protein Interactions and Its Relation to Emulsifying Properties. *Food Science and Technology*, *99*, 505–512.

[20] Lutfi, C., et al. (2024). Development of Nanoliposome Formulation of Beta-Carotene Using High Speed Homogenizer Method. *Pharmacy Education*, *24*(2), 1–8.

[21] Hongladdaporn, C., et al. (2025). Effect of Cocoa Husk Meal Supplementation on Growth Performance of Broiler Chickens. *Journal of Vocational Education in Agriculture*, *9*(1), 77–90. (in Thai)

[22] National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry* (9th ed.). National Academy Press.

[23] Jaturasitha, S. (2010). *Meat Technology* (4th ed.). Ming Muang Printing House. (in Thai)

[24] Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach* (2nd ed.). McGraw-Hill.

[25] SAS Institute. (1998). *SAS/STAT User's Guide*. SAS Institute Inc.

[26] Scanes, C. G. (2016). Biology of Stress in Poultry With Emphasis on Glucocorticoids and the Heterophil to Lymphocyte Ratio. *Poultry Science*, *95*(9), 2208–2215.

[27] Tachakittirungrod, S., et al. (2006). Study on Antioxidant Activity of Certain Plants in Thailand: Mechanism of Antioxidant Action of Guava Leaf Extract. *Food Chemistry*, *103*(2), 381–388.

[28] Donkoh, A., et al. (1991). Chemical Composition of Cocoa Pod Husk and Its Effect on Growth and Food Efficiency in Broiler Chicks. *Animal Feed Science and Technology*, *35*(1–2), 161–169.

[29] Adeyeye, S. A., et al. (2019). Processed Cocoa Pod Husk Dietary Inclusion: Effects on the Performance, Carcass, Haematogram, Biochemical Indices, Antioxidant Enzyme and Histology of the Liver and Kidney in Broiler Chicken. *Bulletin of the National Research Centre*, *43*, 54.

[30] Akanbi, O. M. (2019). Performance and Health Implication of Feeding Fungi Treated Cocoa Pod Husk Meal on Broiler. *Bulletin of the National Research Centre*, *43*, 55.

[31] Olugosi, O. A., et al. (2020). Biologically Upgraded Cocoa Pod Husk: Effect on Growth Performance, Haemato-Biochemical Indices and Antioxidant Status of Broiler Chickens. *Journal of Food, Nutrition and Agriculture*, *3*, 26–32.

[32] Fletcher, D. L. (1999). Broiler Breast Meat Color Variation, pH, and Texture. *Poultry Science*, *78*(9), 1323–1327.