ผลของกากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่

Effect of Adding Fermented Black Sesame *(Sesamum indicum L.)* Meal in Laying Hen Diet on Egg Production Performance and Quality

นุชจรินทร์ ปิมปา[1] บัวเรียม มณีวรรณ์[2] อภิญญา บุญบรลุ[2] รัชชานนท์ สมบูรณ์ชัย[1] และผานิตย์ นาขยัน[1]*

Nucharin Pimpa[1] Buaream Maneewan[2] Apinya Boonbanlu[2] Ratchanon Somboonchai[1] and Phanit Nakayan[1]*

[1]สาขาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[1]Program of Geosocial Based Sustainable Development Faculty of Agricultural Development, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

[2] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[2] Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, San Sai, Chiang Mai 50290

* Corresponding author: phanit1515@gmail.com

(Received: 24 June 2024; Revised: 2 October 2024; Accepted: 22 October 2024)

Abstract

The study on the effect of adding fermented black sesame meal (FSM) in laying hen diet on egg production performance and quality was conducted in 160 Lohmann Brown laying hens at 25 weeks old. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with 4 groups. Each group consisted of 4 replications, and each replication had 10 laying hens. Group 1, the control group, the hens were fed a control diet without FSM. Group 2 3 and 4 of the hens were fed a diet containing 2.50 5.00 and 10.00% FSM diet, respectively. The experiment was observed for 6 weeks. The results showed that egg production, feed intake, and egg quality of all groups were not significantly different (p>0.05). Except for the conversion ratio and egg yolk index of 5.00% FSM group and Haugh unit of 5% and 10% FSM groups were significantly lower than control group (p≤0.05). However, the egg yolk color of the 2.50% FSM group was higher than that of the control group (p≤0.05). Therefore, level of FSM in a laying hen diet suitable for improving egg yolk color and feed conversion ratio should be between 2.50% - 5.00%.

Keywords: Laying hen, fermented black sesame meal, egg production, egg quality

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ได้ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์โลห์มันน์บราวน์ อายุ 25 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ แบ่งแม่ไก่ออกโดยสุ่มแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม แม่ไก่ได้รับอาหารที่ไม่มีกากงาดำหมัก กลุ่มที่ 2 3 และ 4 แม่ไก่ได้รับอาหารที่มีกากงาดำหมัก ระดับ 2.50 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กินไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (p≤0.05) คุณภาพไข่โดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน (p>0.05) ยกเว้นค่าดัชนีไข่แดงของกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (p≤0.05) ค่า Haugh unit ของกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์ และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (p≤0.05) และสีของไข่แดงในกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 2.50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม (p≤0.05) แต่ไม่แตกต่าง

กับกลุ่มที่ได้รับกากงาดำหมัก 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ (p>0.05) ดังนั้น ระดับการใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่เพื่อปรับปรุงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่และสีของไข่แดงควรอยู่ระหว่าง 2.50 และ 5.00 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: ไก่ไข่ กากงาดำหมัก ผลผลิตไข่ คุณภาพไก่ไข่

คำนำ

งาดำ (*Sesamum indicum* L.) เป็นพืชที่มีโปรตีนสูงถึง 23.78 เปอร์เซ็นต์ และมีไขมัน 47.01 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันงามีส่วนประกอบของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงถึง 83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วย ลิโนเลอิก (Linoleic acid) 37-47 เปอร์เซ็นต์ โอเลอิก (Oleic acid) 35-43 เปอร์เซ็นต์ และปาลมิติก (Palmitic acid) 9-11 เปอร์เซ็นต์ (Pathak *et al*., 2014) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าน้ำมันงามีคุณสมบัติที่ดีต่อสุขภาพมนุษย์ เช่น ส่งเสริมภูมิคุ้มกัน ต้านการอักเสบ และช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด (Oboulbiga *et al.*, 2023) จึงมีการบริโภคน้ำมันงาอย่างแพร่หลายทั้งในรูปการประกอบอาหาร การรับประทานโดยตรง และการนำน้ำมันงามาบรรจุแคปซูลเพื่อสะดวกในการบริโภค วิสาหกิจชุมชนคนปงยั้งม้า อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ในการปลูกและผลิตเมล็ดงาดำเพื่อสกัดน้ำมันงากว่า 100 ไร่ มีผลผลิตน้ำมันงาจากกระบวนการสกัดเย็นจำนวน 510 กิโลกรัม/ปี และส่งผลให้มีกากงาดำเป็นผลพลอยได้ 4-5 ตัน/ปี ซึ่งจำหน่ายได้ในราคาค่อนข้างต่ำเพียง 10 บาท/กิโลกรัม กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตกากงาดำจึงมีความประสงค์เพิ่มมูลค่าให้แก่กากงาดำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่ในชุมชนที่มีการเลี้ยงแบบฟาร์มขนาดเล็ก เพื่อบริโภคในครัวเรือนโดยเลี้ยงแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย ได้มีการผสมอาหารใช้เอง จึงมีความต้องการวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาถูกกว่าท้องตลาดเพื่อลดต้นทุนในการผลิต ซึ่งกากงาดำเป็นแหล่งโปรตีนที่น่าสนใจ เนื่องจากมีราคาถูกและไม่มีภาระค่าขนส่ง สามารถหาได้ในชุมชน ประกอบกับปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบแหล่งโปรตีนจากพืช เช่น กากถั่วเหลือง โดยปี พ.ศ. 2566 ได้มีการนำเข้ากากถั่วเหลืองสูงถึง 3 ล้านตัน (Prachachat Thurakit, 2023) มีราคาจำหน่ายเฉลี่ย 20.55 บาท/กิโลกรัม (CPF Thailand, 2024) มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย การหมักวัตถุดิบอาหารสัตว์พบว่า สามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนะ ลดสารต้านโภชนะ อาทิ กรดไฟติก แทนนิน ทริปซินอินฮิบิเตอร์ (Trypsin inhibitor) ส่งเสริมให้สัตว์สามารถนำโภชนะไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น การหมักถั่วพร้าช่วยลดกรดไฟติก และสารต้านโภชนะคาวานีน (Egounlety and Aworh, 2003) การหมักกากงาดำสามารถลดสารต้านโภชนะ และปริมาณเยื่อใยรวม ในขณะเดียวกันช่วยเพิ่มกรดอะมิโนอิสระ กรดไขมันและแร่ธาตุ (Das and Ghosh, 2015) รวมทั้งช่วยลดอ๊อกซาเลท(Oxalate) และเพิ่มปริมาณโปรตีนรวม (Hajimohammadi *et al.,* 2020) จากการศึกษาของ Tangtaweewipat and Cheva-sarakul (1992) รายงานว่า กากงาสามารถใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้ที่ระดับ 32 - 100 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่ไข่ ทั้งนี้ระดับการใช้กากงาในอาหารสัตว์ผันแปรตามกระบวนการสกัดน้ำมัน ชนิดของงา และกระบวนการหมัก ดังการศึกษาของ Olagunju and Ifesan (2013) พบว่า การหมักงาเป็นระยะเวลา 4 วัน ช่วยลดสารต้านโภชนะ และเพิ่มระดับโปรตีนและกรดอะมิโนในงาหมักได้ และ Hajimohammadi *et al*. (2020) รายงานว่า สามารถปรับปรุงคุณค่าทางโภชนะของกากงาดำดิบ โดยทำให้ออกซาเลตและกรดไฟติกที่ขัดขวางการดูดซึมฟอสฟอรัสมีปริมาณลดลง ในขณะที่โปรตีนรวม ไขมัน และฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Bansiddhi *et al.* (2013) ยังพบว่า การหมักกากงาดำสกัดเย็นด้วย *Aspergillus oryzae* ช่วยลดไฟเตทซึ่งขัดขวางการดูดซึมฟอสฟอรัสได้ ทำให้สัตว์สามารถดูดซึมฟอสฟอรัส

จากกากงาดำสกัดเย็นได้มากขึ้น เช่นเดียวกับ Aziz-Aliabadi *et al*. (2024) ที่รายงานว่า เมื่อใช้กากงาดำทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่เนื้อ ช่วยปรับปรุงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และปริมาณอาหารที่กิน ส่วนในไก่ไข่ มีรายงานของ Yasang *et al.* (2023) พบว่าการใช้กากงาหมักที่ระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับสาหร่ายเกลียวทอง (spirulina) ที่ระดับ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยปรับปรุงผลผลิตไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ให้ดีขึ้น และยังช่วยลดคลอเรสเตอรอลในไข่แดงได้ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีแนวคิดในการใช้ประโยชน์จากกากงาดำหมักเพียงอย่างเดียว ไม่ใช้ร่วมกับสารเสริมชนิดอื่น โดยนำไปใช้ในสูตรอาหารไก่ไข่เพื่อหาระดับที่เหมาะสมก่อนนำไปเผยแพร่ให้เกษตรกรในชุมชนปงยั้งม้าเพื่อนำไปผลิตอาหารไก่ไข่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการวิจัย ดังขั้นตอนต่อไปนี้

สัตว์ทดลอง

ใช้แม่ไก่สายพันธุ์โลห์มันน์บราวนคลาสสิก (Lohmann brown-classic) อายุ 25 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัว โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ให้อาหารควบคุม ไม่มีการใช้กากงาดำหมักในสูตรอาหาร กลุ่มที่ 2 3 และ 4 ใช้กากงาดำหมักในสูตรอาหารที่ระดับ 2.50 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะการทดลองให้อาหารแม่ไก่อย่างจำกัดที่ 115-120 กรัม/ตัว/วัน โดยเลี้ยงไก่ในโรงเรือนที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ (evaporative cooling system) ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 26 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ ทำการทดลองที่ฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 - กุมภาพันธ์ พ.ศ 2565

การเตรียมกากงาดำหมัก

นำกากงาดำ ซึ่งเหลือจากการสกัดเย็นเพื่อผลิตน้ำมันงาดำ ของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มเกษตรกรคนปงยั้งม้า อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ มาทำการหมักโดยผสมกากงาดำ น้ำตาล และเกลือ ในอัตราส่วน 100 : 4 : 1 ตามวิธีของ Kasyxongdeth *et al.* (2021) เติมน้ำกลั่นลงไป 65 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนผสม จากนั้นผสมให้เข้ากันก่อนบรรจุในถุงดำ ดูดอากาศออกจากถุงให้หมด มัดปากถุงให้แน่น และหมักเป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบเวลา นำกากงาดำหมักไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะแห้ง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด เก็บในถุงที่มิดชิดสำหรับใช้ผสมในสูตรอาหารทดลองต่อไป ทำการสุ่มกากงาดำหมักปริมาณ 400 กรัม เพื่อวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะตามวิธีของ AOAC (1998) โดยทำการวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการทางสัตวศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

อาหารทดลอง

แบ่งออกเป็น 4 สูตรทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 อาหารสูตรควบคุมผสมกากงาดำหมัก 0.00 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 2 อาหารสูตรผสมกากงาดำหมัก 2.50 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 3 อาหารสูตรผสมกากงาดำหมัก 5.00 เปอร์เซ็นต์ และ กลุ่มที่ 4 อาหารสูตรผสมกากงาดำหมัก 10.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการสุ่มอาหารทดลองสูตรละ 400 กรัม เพื่อทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะและคำนวณพลังงานใช้ประโยชน์ได้ของอาหารทดลอง องค์ประกอบทางเคมีของสูตรอาหารและคุณค่าทางโภชนะจากการวิเคราะห์ แสดงใน Table 1

Table 1 Ingredients and nutrient composition of experiment diets

Item	Levels of fermented black sesame meal (%)			
	0.00	2.50	5.00	10.00
Corn	58.29	57.29	56.41	53.00
Rice bran	7.10	7.10	7.10	8.80
Full fat soybean (37%CP)	2.47	2.52	2.54	3.00
Soybean meal (44 %CP)	18.97	17.42	15.75	13.50
Meat and bone meal (61%CP)	3.47	3.47	3.50	2.00
Grits	4.80	4.80	4.80	4.80
Limestone	2.53	2.53	2.53	2.53
Dicalcium phosphate	1.77	1.77	1.77	1.77
Sodium chloride	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamin-mineral premix	0.25	0.25	0.25	0.25
Methionine	0.15	0.15	0.15	0.15
fermented unroasted black sesame meal	0.00	2.50	5.00	10.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Nutrient composition (% air dry basis)				
Crude protein	17.00	17.02	17.00	16.92
Crude fiber	3.86	4.03	4.19	4.70
Crude fat	4.42	5.09	5.77	6.12
Calcium	3.52	3.56	3.60	3.58
Available phosphorus	0.58	0.60	0.63	0.63
Metabolizable energy (Kcal/kg)	2816.20	2856.00	2897.22	2947.82
Feed cost (THB/kg)	13.54	13.11	12.68	11.72

การบันทึกข้อมูลสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่

บันทึกน้ำหนักไข่และจำนวนไข่ทุกวันเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และบันทึกน้ำหนักอาหารในวันแรกของสัปดาห์ เมื่อครบ 1 สัปดาห์ ทำการชั่งน้ำหนักอาหารพร้อมบันทึกน้ำหนักอาหาร และรวมน้ำหนักไข่ที่ได้ชั่งและบันทึกทุกวันตลอดสัปดาห์ เพื่อคำนวณหาปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ผลผลิตไข่และมวลไข่ ในด้านคุณภาพไข่ทำการวิเคราะห์คุณภาพไข่ทุก 2 สัปดาห์ โดยทำการสุ่มไข่ไก่จากแต่ละกลุ่มทดลองมาซ้ำละ 6 ฟอง รวมทั้งหมด

24 ฟอง/กลุ่ม ข้อมูลที่บันทึก ประกอบด้วย การชั่งน้ำหนักไข่ด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล (N38110 Ohaus Corporation, China) วัดสีเปลือกไข่ (shell colour) โดยใช้เครื่องวัดการสะท้อนสี (QCR-PS, England) วัดความหนาเปลือกไข่ด้วยเครื่องดิจิตอลไมโครมิเตอร์ (Mitutoyo Series 103-137, Japan) โดยในเปลือกไข่แต่ละฟองทำการวัด 3 จุด ได้แก่ บริเวณด้านป้าน บริเวณตรงกลาง และบริเวณด้านแหลมแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย วัดความแข็งเปลือกไข่ด้วยเครื่องวัดค่าความแข็งเปลือกไข่ (Robotmation MODEL II, Japan) โดยจะวัดบริเวณด้านป้านของฟองไข่ วัดสีของไข่แดง 2 วิธี คือ วัดค่าความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) โดยใช้เครื่องไมโครมานิเตอร์ (Chroma meter CR-410, Japan) ทำการวัด 3 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย และวัดสีไข่แดงด้วยพัดสีโรซ (Roche yolk color fan) ซึ่งมีระดับความเป็นสีแดง 1-15 คะแนน ตามความเข้มของสีแดง วัดความกว้างไข่แดง ความสูงไข่แดง และความสูงไข่ขาว โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ (Insize-IP54, China) นำข้อมูลค่าความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางไข่แดงมาคำนวณค่าดัชนีไข่แดง (yolk index) ตามวิธีของ Copur *et al*. (2008) และคำนวณค่าฮอกยูนิต (Haugh Unit) จากค่าความสูงไข่ขาวและน้ำหนักไข่ตามวิธีของ Laudsdio and Tufarelli (2011)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 28.0.0 (190). โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะของสูตรอาหารทดลอง ซึ่งแสดงไว้ใน Table 1 พบว่า มีโปรตีน ไขมันรวม เยื่อใย และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ใกล้เคียงกัน อาหารทดลองทุกสูตรมีโปรตีนรวมตรงตามความต้องการของไก่ไข่ระยะให้ไข่ (National Research Council, 1994) มีเพียงไขมันที่เพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้กากงาดำหมัก และเมื่อพิจารณาคุณค่าทางโภชนะของกากงาดำหมักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กากงาดำหมัก มีโปรตีนรวม 31.89 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) ซึ่งมากกว่าปริมาณโปรตีนรวมในกากงาดำดิบที่มีเพียง 16.96 เปอร์เซ็นต์ (Hajimohammadi *et al*., 2020) เช่นเดียวกับปริมาณเยื่อใย และไขมันรวมของกากงาดำหมักที่มีปริมาณ 11.61 และ 28.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ากากงาดำดิบที่มีปริมาณเยื่อใย และไขมันรวมเป็น 29.56 และ 48.00 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการศึกษาของ Nagendra *et al*. (2012) และ Malaviya and Yadav (2022) ที่พบว่าในกระบวนการหมักช่วยเพิ่มระดับของโปรตีนให้สูงขึ้น และลดระดับเยื่อใยรวม ไขมันรวม อย่างไรก็ตามปริมาณโปรตีนและไขมัน รวมถึงคุณค่าทางโภชนะชนิดอื่นในกากงาดำขึ้นอยู่กับกระบวนการสกัดน้ำมันงาและความสามารถในการสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดงาดำ

Table 2 Chemical composition of fermented black sesame meal

Items	Fermented black sesame meal (%)
Moisture	4.87
Ash	8.14
Crude protein	31.89
Crude fiber	11.61
Crude fat	28.73
Calcium	1.77
Phosphorus	1.14
Carbohydrates	14.76
Gross energy (Kcal/kg)	4,281.81

Remarks: Analyzed at Faculty of Animal Science and Technology Laboratory, Maejo University

ผลการศึกษาการใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ แสดงไว้ใน Table 3 พบว่า การใช้กากงาดำหมักไม่มีผลต่อผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักไข่ และมวลไข่ ยกเว้นอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 5.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ($p\leq0.05$) แสดงว่า ไก่มีการนำอาหารไปใช้ประโยชน์ในการสร้างไข่ได้ดี คาดว่าเป็นผลมาจากการหมักกากงาดำ ทำให้สารต้านโภชนะหลายชนิดลดลง เช่น ทริปซินอินฮิบิเตอร์ เทนนิน และไฟเตต ส่งผลให้การใช้ประโยชน์ของอาหารดีขึ้น (Onyango *et al.*, 2013) นอกจากนี้การหมักยังช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนะของกากงาดำได้ (Knez *et al.*, 2023) อย่างไรก็ตาม การใช้กากงาดำหมักในระดับที่สูงขึ้นทำให้ความสามารถในการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักลดลง ดังการใช้ที่ระดับ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่เนื้อในระดับที่สูง 11.52 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารไก่เนื้อ พบว่า ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Hajimohammadi *et al.*, 2020) การใช้กากงาดำหมักในสูตรอาหารไก่ไข่ยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม ($p\leq0.05$) ในส่วนของคุณภาพไข่ด้านความหนาของเปลือกไข่ ความแข็งเปลือกไข่ สีเปลือกไข่ และค่าความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) ในไข่แดง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ยกเว้นค่าดัชนีไข่แดงของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักระดับ 5.00 เปอร์เซ็นต์ และ Haugh unit ของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักระดับ 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่ยังอยู่ในค่ามาตรฐานระดับชั้นคุณภาพ AA คือมีค่ามากกว่า 72 ขึ้นไป (Narushin *et al.*, 2021) ในขณะที่สีของไข่แดงของกลุ่มที่ใช้กากงาดำหมักระดับ 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีระดับคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ซึ่งคาดว่า เป็นผลจากปริมาณเมลานิน (Melanin) ในกากงาดำที่มีถึง 60 มิลลิกรัม/100 กรัม ซึ่งเมลานินให้สีดำ น้ำตาล และสีเหลือง (Dossou *et al.*, 2022) ทำให้สารสีดังกล่าวเพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร ซึ่งสัตว์ปีกไม่สามารถสังเคราะห์สารสีภายในร่างกายได้เองต้อง

ได้รับจากอาหารเท่านั้น (Nys, 2000) การใช้กากงาดำหมักที่มีเมลานินที่เป็นแหล่งสารสีเพิ่มขึ้นในสูตรอาหารทำให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้น (Promma, 2007) จึงเป็นแนวทางในการใช้กากงาดำในการเพิ่มสีของไข่แดงทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ ซึ่งจากการศึกษาของ El-Wahab and Moram (2013) ได้ทำการใช้สารสีสังเคราะห์ในอาหารหนู พบว่า ทำให้น้ำหนักตัว ความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และเซลล์เม็ดเลือดแดงลดลง และเป็นพิษต่อตับ (Truhaut *et al*., 1989) ดังนั้นการใช้กากงาดำหมักเป็นแหล่งสารสีจากธรรมชาติสำหรับผลิตไข่ไก่จะทำให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยกว่าการใช้สารสีสังเคราะห์ เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ กล่าวได้ว่าการใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 2.50 และ 5.00 เปอร์เซ็นต์เหมาะสมในการนำไปใช้ในการเลี้ยงไก่ไข่

Table 3 Effect of dietary fermented black sesame seed meal on egg production performance and egg quality

Item	Levels of fermented black sesame meal (%)				SEM	*p*-value
	0.00	2.50	5.00	10.00		
Egg production performance:						
Feed intake (g/b/d)	109.98	108.96	107.85	111.22	0.51	0.10
Hen-day production (%)	92.80	91.78	95.53	94.28	0.62	0.41
Egg mass (g/day)	50.00	50.27	51.46	52.00	0.42	0.29
Feed conversion ratio (kg.feed/kg.egg)	2.20^{a}	2.15^{ab}	2.08^{b}	2.14^{ab}	0.02	0.04
Feed cost/kg.egg (THB)	14.89^{a}	14.29^{b}	13.68^{c}	13.04^{d}	0.19	<0.01
Egg quality:						
Egg weight (g)	55.96	56.88	56.50	56.12	0.29	0.72
Yolk index	0.49^{a}	0.47^{a}	0.46^{b}	0.47^{a}	<0.01	0.01
Shell thickness (mm)	0.39	0.40	0.39	0.38	<0.01	0.35
Shell strength (kg/cm^2)	4.75	4.89	4.88	4.79	0.40	0.55
Shell color (% Light)	14.82	14.81	14.92	14.07	0.16	0.24
Haugh unit	101.49^{a}	101.18^{ab}	99.08^{c}	99.39^{bc}	0.38	0.03
Yolk color (score)	7.78^{b}	8.45^{a}	8.06^{ab}	8.18^{ab}	0.09	0.04
Color value L* a* b*:						
L*	62.09	61.61	62.07	62.46	0.13	0.15
a*	6.14	6.62	6.44	6.45	0.09	0.30
b*	40.21	41.39	41.13	40.72	0.18	0.10

สรุปผลการวิจัย

การใช้กากงาดำหมักในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 2.50 5.00 และ 10.00 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ และคุณภาพไข่โดยรวม แต่การใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 2.50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้สีของไข่แดงเพิ่มขึ้น และการใช้กากงาดำหมักที่ระดับ 5.00 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ ดังนั้นระดับการใช้กากงาดำหมักในสูตรอาหารไก่ไข่ควรอยู่ที่ระดับ 2.50 ถึง 5.00 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การใช้กากงาดำหมักยังช่วยลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณวิสาหกิจชุมชนคนปงยั้งม้า อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ที่สนับสนุนกากงาดำในงานทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณ มูลนิธิชัยพัฒนา เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ในการสนับสนุนสถานที่ วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

AOAC. 1998. Official method of analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.

Aziz-Aliabadi, F., F. Amirzade-Garou, A. Hassanabadi and H. Noruzi. 2024. Investigating the effect of sesame meal replacement for soybean meal in diets with different levels of calcium and phytase enzyme in broiler chickens. Veterinary Medicine and Science 10(2): e1379.

Bansiddhi, K. , A. Pongrat, D. Bansiddhi, N. Singthongla and W. Kaewluan. 2013. Effects of fermenting periods with Aspergillus oryzae on phytate in cold-pressed sesame black seed meal. Khon Kaen Agriculture Journal 41(1): 363-368. [in Thai]

Copur, G., O. Camci, N. Sahinler and A. Gul. 2008. The effect of propolis eggshell coatings on interior egg quality. European Poultry Science 72(1): 35-40.

CPF Thailand. 2024. Price of soybean meal raw material. Available: https://www.cpffeed.com/material6 (April 25, 2024). [in Thai]

Das, P. and K. Ghosh. 2015. Improvement of nutritive value of sesame oil cake in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) after bioprocessing through solid state fermentation by a phytase-producing fish gut bacterium. International Journal of Aquatic Biology 3(2): 89-101.

Dossou, S.S.K., Z. Luo, Z. Wang, W. Zhou, R. Zhou, Y. Zhang, D. Li, A. Liu, K, Dossa, J. You and L. Wang. 2022. The dark pigment in the sesame (*Sesamum indicum* L.) seed coat: Isolation, characterization, and Its potential precursors. Frontiers in Nutrition 9: 858673.

Egounlety, M. and O. C. Aworh. 2003. Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). Journal of Food Engineering 56(2-3): 249-254.

El-Wahab, H. M. F. A. and G.S.E.D. Moram. 2013. Toxic effects of some synthetic food colorants and/or flavor additives on male rats. Toxicology and Industrial Health 29(2): 224-232.

Hajimohammadi, A., M. Mottaghitalab and M. Hashemi. 2020. Effects of microbial fermented sesame meal and enzyme supplementation on the intestinal morphology, microbiota, pH, tibia bone and blood parameters of broiler chicks. Italian Journal of Animal Science 19(1): 457-467.

Kasyxongdeth, S., J. Panatuk, T. Buwjoom and B. Maneewan. 2021. The effect of dietary fermented of boiled organic soybean instead boiled organic soybean on growth performance, carcass composition and meat quality in Thai native chicken (Hybrid Pradu Hang Dam)(9-13 weeks). Khon Kaen Agriculture Journal 49(3): 711-720. [In Thai]

Knez, E., K. Kadac-Czapska and K. Grembecka. 2023. Effect fermentation on the nutritional quality of the selected vegetables and legumes and their health effects. Life 13: 655.

Laudsdio, V. and V. Tufarelli. 2011. Influence of substituting dietary soybean meal for dehulled-micronized lupin *(Lupinus albus cv. Multitalia)* on early phase laying hens' production and quality. Livestock Science 140: 184-188.

Malaviya, R. and N. Yadav. 2022. Exploring nutritional and functional properties of different varieties of sesame seed cakes: an industrial by-product. Plant Archives 22(1): 328-333.

Nagendra Prasad, M.N., K.R. Sanjay, D.S. Prasad, N. Vijay, R. Kothari and S. Nanjunda Swamy. 2012. A review on nutritional and nutraceutical properties of sesame. Journal of Nutrition & Food Sciences 2(2): 1-6.

Narushin, V.G., M.N. Romanov and D.K. Griffin. 2021. A novel egg quality index as an alternative to Haugh unit score. Journal of Food Engineering 289: 110176.

National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition. National Academie Press, Washington, DC.

Nys, Y. 2000. Dietary carotenoids and egg yolk coloration. Archiv für Geflugelkunde 64(2): 45-54.

Oboulbiga, E. B., Z. Douamba, D. Compaoré-Sérémé, J. N. Semporé, R. Dabo, Z. Semde, F.W.B. Tapsoba, F. Hama-Ba, L.T. Songré-Ouattara and C. Parkouda. 2023. Physicochemical, potential nutritional, antioxidant and health properties of sesame seed oil: A review. Frontiers in Nutrition 10:1127926.

Olagunju, A.I and B.O.T. Ifesan. 2013. Changes in nutrient and antinutritional contents of sesame seeds during fermentation. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences 2(6): 2407-2410.

Onyango, C. A., S.O. Ochanda, M.A. Mwasaru, J.K. Ochieng, F. M. Mathooko and J. N. Kinyuru. 2013. Effects of malting and fermentation on anti- nutrient reduction and protein digestibility of red sorghum, white sorghum and pearl millet. Journal of Food Research 2(1): 41.

Pathak, N., A.K. Rai, R. Kumari and K.V. Bhat. 2014. Value addition in sesame: A perspective on bioactive components for enhancing utility and profitability. Pharmacognosy Reviews 8(16): 147.

Prachachat Thurakit. 2023. Thailand economy. Available: https://www.prachachat.net/economy/news-1455142 (April 26, 2024). [in Thai]

Promma, S. 2007. Animal feed ingredients and restrictions of use [Teaching material]. Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai. [in Thai]

Tangtaweewipat, S. and B. Cheva-Isarakul. 1992. Sesame meal as soybean meal substitute in poultry diets. Journal of Agriculture 8(3): 295-308. [in Thai]

Truhaut, R., B. Le Bourhis, M. Attia, R. Glomot, J. Newman and J. Caldwell. 1989. Chronic toxicity/ carcinogenicity study of trans-anethole in rats. Food and Chemical Toxicology 27(1): 11-20.

Yasang, S., T. Buwjoom, B. Maneewan, T. Sawangarom, U. Kheawkham, J. Panompanopai, S. Dokya and N. Dokya. 2023. The effect of fermented black sesame meal and broken rice with spirulina (*Spirulina platensis*) supplementation in laying hen diet on egg production performance, egg quality, antioxidant activity and egg yolk cholesterol concentration. In the 11 National Animal Science Conference of Thailand 2023, July 5-8, 2023, Naresuan University, Pisanulok. pp. 288. [in Thai]