วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ผลของการใช้ถั่วลูปินในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ช่วงอายุ 22–41 สัปดาห์

Effect of lupin seed use on the production performance and egg quality of laying hens aged 22–41 weeks

น้ำทิพย์ จิรัฐิติกาลพันธุ์[1]*, โฆษิต ขวาของ[2] และ กังสดาล สมวงษ์อินทร์[2]

Namtip Jirattikanpan[1]*, Kosit Kwakhong[2] and Kangsadarn Somwong-in[2]

[1] สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220
[1] Department of Modern Agricultural Technology Management Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220
[2] สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220
[2] Department of Animal Science Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

บทคัดย่อ: การศึกษาระดับการใช้ถั่วลูปินในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ใช้ไก่ไข่พันธุ์ไฮไลน์บราวน์ (Hy-Line Brown) อายุ 22 สัปดาห์จนถึงอายุ 41 สัปดาห์ จำนวน 160 ตัว โดยเลี้ยงบนกรงตับ และมีแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ โดยให้แต่ละแถวเป็นบล็อก แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว ซึ่งในแต่ละกลุ่มได้รับอาหารที่มีโภชนะต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน ดังนี้ 1) กลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) 2) กลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 2% 3) กลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 4% และ 4) กลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 6% ผลการทดลองพบว่าการใช้ถั่วลูปิน 4 และ 6% ทำให้ผลผลิตไข่ (% HD) แตกต่างกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 2% ($P < 0.05$) และประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มควบคุม ($P < 0.05$) สำหรับคุณภาพไข่ พบว่าน้ำหนักไข่ในกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 4% ดีกว่าทุกกลุ่มทดลองแต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 6% ส่วนการใช้ถั่วลูปินต่อลักษณะของมวลไข่ในกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 4 และ 6% ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($P < 0.01$) และกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 2, 4 และ 6% ทำให้คะแนนสีของไข่แดงสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน ($P < 0.05$) ดังนั้นการใช้ถั่วลูปินในอาหารไก่ไข่สามารถใช้ได้ตั้งแต่ที่ระดับ 4% ถึง 6% ในสูตรอาหาร โดยไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ไก่
คำสำคัญ: ไก่ไข่; ถั่วลูปิน; สมรรถภาพการผลิต; คุณภาพไข่

ABSTRACT: The effects of using different levels of lupin seed in laying hen diets on production performance and egg quality were studied. A total of 160 Hy–Line Brown laying hens aged 22 to 41 weeks, raised in battery cages were assigned in a randomized complete block design. The experiment was divided into 4 treatment groups with 4 replications per treatment and 10 laying hens per replicate. The four diets are similar of 1) basal diet (control), 2) diet with 2% lupin seed, 3) diet with 4% lupin seed, and 4) diet with 6% lupin seed. The results showed that adding with 4 and 6% lupin seed to the diets significantly increased egg production (% HD) compared to the control group and the diets with 2% lupin seed group ($P < 0.05$). Feed efficiency was better than in the control group ($P < 0.05$). The egg quality of the egg weight with 4% lupin seed was better than in the other groups but did not differ significantly from that with 6% lupin seed. The diets on egg mass with 4% and 6% lupin seed were better than the other groups ($P < 0.01$) and diets with 2, 4 and 6% lupin seed had a higher egg yolk color score than the diets without lupin seed ($P < 0.05$). Therefore, diets with lupin seed in laying hen diets with 4 to 6% lupin seed is possible without compromising production performance and egg quality.
Keywords: laying hen; lupin seed; production performance; egg quality

* Corresponding author: namtip_min@hotmail.com
Received: date; January 4, 2024 Revised: date; June 6, 2024
Accepted: date; June 7, 2024 Published: date

บทนำ

ถั่วลูปิน (Lupin) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีมูลค่าทางการเกษตรและสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากถั่วลูปินเป็นอีกแหล่งโปรตีนทางเลือกที่ได้รับความสนใจจากผู้ผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งถั่วลูปินเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่นของตะวันออกกลางและอเมริกาใต้ อีกทั้งยังปลูกกันอย่างแพร่หลายในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน (Mediterranean) แต่อย่างไรก็ตาม หากนำถั่วลูปินมาประกอบสูตรอาหารสัตว์จะพบปัญหา เนื่องจากถั่วลูปินมีสารอัลคาลอยด์ (Alkaloid) ที่มีรสขม ไม่ละลายน้ำ และเป็นพิษต่อสัตว์ ทั้งนี้สารอัลคาลอยด์ในถั่วลูปินสามารถละลายได้ในสารละลายอินทรีย์ (Organic solvent) แต่อย่างไรก็ตามในถั่วลูปินมีไนโตรเจน (Nitrogen) เป็นองค์ประกอบภายในโมเลกุลในรูปของเอมีน (Amine) เอมีออกไซด์ (Amine oxide) เอไมด์ (Amide) และอีไมด์ (Imide) ที่มีประโยชน์ต่อตัวสัตว์ (Talapatra et.al., 2015) จึงทำให้อุตสาหกรรมอาหารสัตว์จำเป็นต้องขจัดสารพิษก่อนนำมาผลิตให้บริโภคหรือประกอบสูตรอาหารเลี้ยงสัตว์ ต่อมาภายหลังได้มีการปรับปรุงพันธุ์จนกระทั่งได้ถั่วลูปินที่มีสารอัลคาลอยด์ต่ำ เรียกว่าถั่วลูปินหวาน (Sweet lupin) โดยพันธุ์ของถั่วลูปินที่นิยมปลูกในปัจจุบัน ได้แก่ ถั่วลูปินสีน้ำเงิน (*L. angustifolius*; blue lupin) และถั่วลูปินสีขาว (*L. albus*; white lupin) ซึ่งแต่ละชนิดมีหลายสายพันธุ์ ต่อมาได้มีการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีผลผลิตสูงและสามารถเก็บเกี่ยวง่าย เพื่อใช้เป็นแหล่งทดแทนโปรตีนจากธัญพืชในอาหารสัตว์ (อุทัย, 2559; Alvarez et al., 2004) โดยเฉพาะในประเทศออสเตรเลียมีนโยบายเกี่ยวข้องกับการปลูกและขยายพื้นที่เพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วลูปินในแถบตะวันตกของประเทศ อีกทั้งยังส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศให้มีการส่งออกถั่วลูปินมาจำหน่ายในแถบเอเชีย และมีการคาดการณ์ถึงแนวโน้มการนำเข้าถั่วลูปินเข้ามามีบทบาทในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวในแถบเอเชียมากขึ้นในอนาคต (สยามรัฐ, 2564)

ถั่วลูปินสีน้ำเงิน มีโปรตีน 29% ไขมัน 5.5% เยื่อใย 13.1% และสามารถให้พลังงานสำหรับสัตว์ปีก ประมาณ 1,900 Kcal/kg และสามารถให้พลังงานสำหรับสุกร ประมาณ 3,150 Kcal/kg ส่วนถั่วลูปินสีขาว มีโปรตีน 34.9% ไขมัน 8.1% และสามารถให้พลังงานสำหรับสัตว์ปีก ประมาณ 2,390 Kcal/kg และสามารถให้พลังงานสำหรับสุกร ประมาณ 3,330 Kcal/kg ทั้งนี้ถั่วลูปินสีขาวมีปริมาณเยื่อใย (10.4%) ต่ำกว่าถั่วลูปินสีน้ำเงิน (13.1%; Abraham et al., 2019; Shrestha et al., 2021) แต่อย่างไรก็ตามเยื่อใยของถั่วลูปินมีปริมาณของลิกนิน (Lignin) ประมาณ 2.1% แต่ไม่ส่งผลต่อการย่อยได้ของสัตว์ (King, 1981; Gdala et al., 1997; Rubio et al., 1998) ดังนั้นระดับเยื่อใยที่มีอยู่ในถั่วลูปินจึงไม่ส่งผลและไม่ขัดขวางต่อการย่อยโภชนะ เมื่อนำถั่วลูปินมาประกอบสูตรอาหารสัตว์ ทำให้สัตว์สามารถย่อยโภชนะในอาหารได้สูง นอกจากนี้ถั่วลูปินยังมี non–starch polysaccharide (NSP) พวก β-1-4 galactans ประมาณ 9.7% ซึ่งมี D–galactose, L–arabinose และ galacturonic acid เป็นส่วนประกอบ NSP นี้อยู่ในเปลือกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีอยู่ประมาณ 50% และเป็นสาเหตุทำให้มูลสัตว์เหลวและเหนียวเปื้อนเปลือกไข่ได้

ถั่วลูปินมีสารยับยั้งการใช้โภชนะอยู่หลายชนิด เช่น แทนนิน 0.1–0.3%, ซาโพนิน 1.7%, α-galactosides 15% และสารอัลคาลอยด์ 0–0.3 mg/g โดยถั่วลูปินชนิดขมจะมีปริมาณของสารอัลคาลอยด์สูงกว่าถั่วลูปินชนิดหวาน 1.5% หรือ 0.5–8.3 mg/g ซึ่งสารที่ส่งผลต่อการยับยั้งการใช้โภชนะของอาหารสัตว์ที่สำคัญ คือ สารอัลคาลอยด์ เป็นสารพิษที่ทำให้ถั่วลูปินมีรสขมส่งผลทำให้สัตว์มีปริมาณการกินอาหารลดลง และก่อให้เกิดพิษกับระบบประสาทเมื่อได้รับในปริมาณที่เกินความต้องการของตัวสัตว์ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าสัตว์กระเพาะเดี่ยว (สุกรรุ่น–ขุน) สามารถทนสารอัลคาลอยด์ได้ถึงระดับ 0.2 mg/g ของอาหาร หากได้รับเกินความต้องการส่งผลทำให้สุกรมีปริมาณการกินอาหารลดลง และทำให้สมรรถภาพการผลิตต่ำลง อย่างไรก็ตามระดับการเสริมถั่วลูปินชนิดหวานที่จะส่งผลทำให้เกิดพิษจากการได้รับสารอัลคาลอยด์ต้องได้รับสูง ประมาณ 30–40% ของสูตรอาหาร ส่วนสารยับยั้งตัวอื่นไม่ค่อยมีบทบาทและการให้ความร้อนกับถั่วลูปินไม่ส่งผลทำให้คุณค่าทางโภชนะดีขึ้น ด้วยเหตุนี้กรรมวิธีในการแปรรูปจึงมีเพียงการบดเมล็ดก่อนนำไปใช้เป็นอาหารในการเลี้ยงสัตว์เท่านั้น (อุทัย, 2559)

ถั่วลูปินอาจใช้ในการประกอบอาหารสัตว์ปีกได้ในระดับสูง หากมีการเสริมด้วยไลซีน (Lysine) และเมทไธโอนีน (Methionine) ให้เพียงพอและการเสริมด้วยเอนไซม์ α–galactosidase อาจทำให้ใช้ถั่วลูปินในอาหารสัตว์ปีกในปริมาณที่สูงขึ้นได้ อย่างไรก็ตามระดับที่แนะนำการใช้ถั่วลูปินชนิดหวานในอาหารไก่ระยะแรกตั้งแต่อายุ 0–3 สัปดาห์ ไม่ควรเกิน 4% ของอาหาร ระยะเติบโตตั้งแต่อายุ 3–6 สัปดาห์ ไม่ควรเกิน 6% ของอาหาร ระยะขุนตั้งแต่อายุ 6 สัปดาห์ขึ้นไป ไม่ควรเกิน 7% ของอาหาร สำหรับไก่ไข่ ไม่ควรเกิน 7% ของ

อาหาร (วิสุทธิ์ และคณะ, 2562; Lee et al., 2016) จากที่กล่าวมาข้างต้นยังมีงานทดลองและการวิจัยที่เกี่ยวกับระดับของการใช้ถั่วลูปินในอาหารไก่ไข่ที่ไม่เพียงพอต่อการศึกษาวิจัย จากเหตุผลดังกล่าวการศึกษางานวิจัยครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาการใช้ถั่วลูปินในระดับต่าง ๆ ที่เหมาะสมในสูตรอาหารไก่ไข่ เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากธัญพืชและอาจเป็นทางเลือกใหม่ในการผลิตอาหารสัตว์ที่มีโภชนะตรงตามความต้องการของการเลี้ยงไก่ไข่ ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญด้านการเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ไก่ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาระดับการใช้ถั่วลูปินที่เหมาะสมในอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 22–41 สัปดาห์ อาจเป็นแนวทางการนำถั่วลูปินมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารไก่ไข่

วิธีการศึกษา

การเตรียมสัตว์ทดลองและอาหารทดลอง

การศึกษาทดลองครั้งนี้ใช้ไก่ไข่พันธุ์ไฮไลน์บราวน์ อายุ 22 สัปดาห์ ทดลองต่อไปจนกระทั่งครบอายุ 41 สัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 20 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 160 ตัว โดยจัดรูปแบบการเลี้ยงบนกรงตับขนาด 40 x 45 cm^2 /hen โดยเฉลี่ยไก่ไข่ มีพื้นที่ 450 cm^2/hen และมีแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (randomized completely block design: RCBD) โดยกำหนดให้ในแต่ละแถวเป็นบล็อก โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม (Treatment) กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 10 ตัว สำหรับโปรแกรมการให้แสง ไก่ไข่ได้รับแสง 13.30 ชั่วโมง และเพิ่มแสงสัปดาห์ละ 30 นาที (เมื่อได้น้ำหนักมาตรฐานในแต่ละอายุ) จนกระทั่งไก่ไข่ได้รับแสงครบ 17 ชั่วโมง การศึกษาทดลองครั้งนี้ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออก อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนมกราคม 2566 ถึง มิถุนายน 2566

ไก่ไข่ทุกกลุ่มทดลอง เมื่ออายุ 18 สัปดาห์ จะถูกเลี้ยงด้วยอาหารไก่ไข่ปกติ (124M) จนถึงอายุ 21 สัปดาห์ หลังจากนั้นแบ่งไก่ไข่ออกเป็น 4 กลุ่ม และเลี้ยงด้วยสูตรอาหารทดลองที่ใช้ถั่วลูปินที่แตกต่างกันในระดับ 0, 2, 4 และ 6% ตามลำดับ สำหรับถั่วลูปินผ่านกรรมวิธีการบดไม่ได้สกัดน้ำมันออกโดยได้รับการสนับสนุนและนำเข้ามาจากประเทศออสเตรเลีย โดยในสูตรอาหารไก่ไข่มีวัตถุดิบอาหารหลัก คือ ข้าวโพดและกากถั่วเหลือง โดยทุกกลุ่มทดลองมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 17% และมีระดับพลังงาน 2,650 Kcal/kg ในทุกสูตรอาหารมีโภชนะต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถแบ่งสูตรอาหารทดลอง ดังแสดงใน **Table 1** และสามารถแบ่งกลุ่มทดลองได้ ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) สูตรอาหารควบคุมที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (ควบคุม)
กลุ่มที่ 2 อาหารทดลอง สูตรอาหารทดลองที่ใช้ถั่วลูปิน 2% ในอาหาร (2% Lupin seed)
กลุ่มที่ 3 อาหารทดลอง สูตรอาหารทดลองที่ใช้ถั่วลูปิน 4% ในอาหาร (4% Lupin seed)
กลุ่มที่ 4 อาหารทดลอง สูตรอาหารทดลองที่ใช้ถั่วลูปิน 6% ในอาหาร (6% Lupin seed)

เก็บตัวอย่างอาหารทุก ๆ กลุ่ม ประมาณ 200 กรัม และทุก ๆ ครั้งที่มีการผสมอาหารใหม่ เพื่อนำมาวิเคราะห์โปรตีน ความชื้น ไขมัน เยื่อใย เถ้า แคลเซียม (Calcium; Ca) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus; TP) เกลือ และ Pepsin digestibility (% PD) แบบ Proximate analysis ตามวิธีการของ AOAC (2000) ดังแสดงใน **Table 2**

Table 1 The composition of ingredients used in the experiment diets (%)

Feed ingredients	Diet			
	Control	2% Lupin seed	4% Lupin seed	6% Lupin seed
Soybean meal (43% protein)	26.07	24.74	23.43	22.14
Soybean meal (45% protein)	5.00	5.00	5.00	5.00
Lupin	0.00	2.00	4.00	6.00
Defatted rice bran	2.93	2.64	2.35	2.15
Corn	52.07	51.65	51.22	50.68
Palm oil	2.00	2.00	2.00	2.00
$CaCO_3$, flake	3.00	3.00	3.00	3.00
Salt	0.29	0.29	0.29	0.29
Limestone	6.82	6.79	6.76	6.73
DCP	0.99	1.03	1.07	1.10
Choline-Cl, liquid	0.03	0.04	0.04	0.05
Premix[1]	0.54	0.54	0.54	0.54
DL-Met 30%	0.26	0.28	0.30	0.32
Total	**100**	**100**	**100**	**100**

[1] Premix contains the components of enzyme phytase with a concentration of 300 FTU/kg of feed.

Table 2 Analysis of nutrients in the experimental diets (%)

Nutrients	Diet			
	Control	2% Lupin seed	4% Lupin seed	6% Lupin seed
Moisture	10.04	10.13	10.41	10.26
Crude protein	18.33	17.86	19.13	18.82
Crude fat	4.41	4.35	4.28	4.44
Crude fiber	3.06	4.57	3.54	3.71
Crude ash	13.84	13.31	13.06	13.24
Calcium (Ca)	4.28	4.10	4.08	4.09
Total phosphorus (TP)	0.56	0.56	0.54	0.56
Salt	0.30	0.30	0.34	0.33
Pepsin digestibility (% PD)	86.30	83.61	87.11	86.32

Table 3 Analysis of amino acid and xanthophyll content in the experimental diets (%)

Nutrients	Diet			
	Control	2% Lupin seed	4% Lupin seed	6% Lupin seed
Tryptophan (Try)	0.21	0.21	0.20	0.20
Threonine (Thr)	0.71	0.70	0.70	0.69
Arginine (Arg)	1.19	1.22	1.25	1.28
Lysine (Lys)	0.99	0.98	0.97	0.96
Methionine (Met)	0.37	0.37	0.37	0.37
Xanthophyll	8.98	8.91	8.84	8.75

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถภาพการผลิต

การเก็บข้อมูลสมรรถภาพการผลิตแบ่งออกเป็น 5 ช่วง (period) ช่วงละ 28 วัน ได้แก่ ช่วงที่ 1 ตั้งแต่อายุ 22–25 สัปดาห์ ช่วงที่ 2 ตั้งแต่อายุ 26–29 สัปดาห์ ช่วงที่ 3 ตั้งแต่อายุ 30–33 สัปดาห์ ช่วงที่ 4 ตั้งแต่อายุ 34–37 สัปดาห์ และช่วงที่ 5 ตั้งแต่อายุ 38–41 สัปดาห์ ซึ่งจะทำการเก็บบันทึกข้อมูล ดังต่อไปนี้

การเก็บบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย น้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักตัวสุดท้าย โดยชั่งน้ำหนักตัวไก่ในแต่ละกลุ่มแต่ละซ้ำในสัปดาห์นั้น ๆ การเก็บข้อมูลปริมาณการกินอาหารของไก่ไข่ โดยชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้ของแต่ละกลุ่มแต่ละซ้ำในสัปดาห์นั้น ๆ และเมื่อสิ้นสุดในแต่ละสัปดาห์ชั่งน้ำหนักอาหารที่เหลือทุก ๆ สัปดาห์ จนเสร็จสิ้นการทดลอง และบันทึกข้อมูลจำนวนไก่ไข่ที่ตายของแต่ละกลุ่มทุก ๆ วัน และบันทึกข้อมูลจำนวนไข่ทุก ๆ วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ก่อนการทดลองสุ่มชั่งน้ำหนักไก่ 2 ตัว/ซ้ำ หรือ 8 ตัว/กลุ่ม ทุก ๆ กลุ่ม และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มชั่งน้ำหนักไก่เหมือนก่อนการเริ่มทดลอง จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวนน้ำหนักตัวเริ่มต้น (Initial body weight, g/hen) น้ำหนักตัวสุดท้าย (Final body weight, g/hen) น้ำหนักตัวเพิ่ม (Body weight gain, g/hen) ปริมาณการกินอาหาร (Feed intake, g/hen/day) และอัตราการตายของไก่ไข่ (Mortality rate; %) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ตั้งแต่อายุ 22–41 สัปดาห์

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพไข่

การเก็บข้อมูลคุณภาพของไข่ โดยการบันทึกน้ำหนักไข่ (g/egg) ของแต่ละกลุ่มแต่ละซ้ำทุก ๆ สัปดาห์ ในวันสุดท้ายของสัปดาห์ จากนั้นสุ่มไข่ กลุ่มละ 8 ฟอง (ซ้ำละ 2 ฟอง) ทุก ๆ สัปดาห์ในวันสุดท้ายของสัปดาห์นั้น ๆ เพื่อนำมาชั่งน้ำหนักไข่ แล้วนำไข่ที่ได้มากระเทาะเปลือกไข่ เพื่อทำการวัดและบันทึกข้อมูลของน้ำหนักของเปลือกไข่ (g/egg) ความหนาของเปลือกไข่ (mm) โดยการวัด 4 จุด ได้แก่ ด้านป้าน ด้านแหลม และด้านข้างทั้ง 2 ด้าน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของความหนาเปลือกไข่ และสีของไข่แดง จนเสร็จสิ้นการทดลอง และบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ช่วงเวลา 8.00, 11.00, 13.00, 15.00 และ 17.00 น. ทุก ๆ วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละวัน

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ผลผลิตไข่ Hen-day egg production (% HD) ผลผลิตไข่ Hen-housed egg production (% HH) ผลผลิตไข่ต่อตัว (Egg production per hen, egg/hen) ปริมาณการกินอาหารต่อไข่ 1 ฟอง (Feed intake per egg, g/egg) ปริมาณการกินอาหารต่อไข่ 1 โหล (Feed intake per egg dozen, kg/dozen) ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (Feed efficiency, g/egg mass) น้ำหนักไข่ (Egg weight, g/egg) มวลไข่ (Egg mass, g/HD) น้ำหนักเปลือกไข่ (Eggshell weight, g/egg) ค่าฮอกยูนิต (Haugh unit) ความหนาของเปลือกไข่ (Eggshell thickness, mm) และ สีไข่แดง (Egg yolk color)

การวิเคราะห์ค่าทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยวิธี Analysis of variance (ANOVA) แบบ randomized completely block design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99% ($P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ) ด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์สำเร็จรูป (SAS, 1989)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการทดลองอาหารไก่ไข่ที่ไม่ใช้ถั่วลูปินในอาหาร (กลุ่มควบคุม) เปรียบเทียบกับการใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2, 4 และ 6% ของอาหาร เลี้ยงภายใต้อุณหภูมิเฉลี่ย 31.19 ° C และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 90.91 เปอร์เซ็นต์ ตลอดการทดลอง โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) สมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ศึกษา ได้แก่ น้ำหนักตัวเริ่มต้น น้ำหนักตัวสุดท้าย น้ำหนักตัวเพิ่ม ปริมาณการกินอาหาร และอัตราการตายของไก่ไข่ 2) ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตที่ศึกษา ได้แก่ ผลผลิตไข่ (% HD) ผลผลิตไข่ (% HH) ผลผลิตไข่ต่อตัว ปริมาณการกินอาหารต่อไข่ 1 ฟอง ปริมาณการกินอาหารต่อไข่ 1 โหล และประสิทธิภาพการใช้อาหาร 3) ข้อมูลคุณภาพไข่ไก่ที่ศึกษา ได้แก่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ ค่าฮอกยูนิต ความหนาของเปลือกไข่ และสีของไข่แดง ในไก่ไข่ช่วงตั้งแต่อายุ 22–41 สัปดาห์ ได้ผลดังต่อไปนี้

สมรรถภาพการเจริญเติบโต

จากการศึกษาการใช้ถั่วลูปินต่อสมรรถภาพการเจริญเติบของไก่ไข่ช่วงตั้งแต่อายุ 22–41 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2, 4 และ 6% เท่ากับ 314.38, 143.00, 243.00 และ 213.75 g/hen ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน **Table 4** โดยกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% มีปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ยกเว้นกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% มีปริมาณการกินอาหารต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ แต่ก็ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 6% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน **Table 6** ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักตัวเพิ่มในกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% ($P > 0.05$) อาจเนื่องมาจากตำแหน่งการสุ่มจัดวางเรียงของกรงตับและประกอบกับสภาพอากาศร้อน–ชื้น (อุณหภูมิเฉลี่ย 31.19 ° C) ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่ไข่ ควรมีอุณหภูมิอยู่ระหว่างช่วง 18–24 ° C (ธนาทิพย์, 2564) อีกทั้งถั่วลูปินมีสารอัลคาลอยด์ที่มีรสชาติขมเป็นสารที่ยับยั้งการดูดซึมโภชนะในอาหารสัตว์ (เยาวมาลย์, 2565: Francis et al., 2001) จึงอาจส่งผลทำให้ปริมาณการกินอาหารและน้ำหนักตัวเพิ่มแตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากความร้อนส่งผลต่อปริมาณโปรตีนและปริมาณของสารอัลคาลอยด์ที่ส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองลดลง อีกทั้งการให้ความร้อนสามารถลดทริปซินอินฮิบิเตอร์ (Trypsin Inhibitor) ได้ แต่ไม่มีผลกระทบต่อคุณค่าทางโภชนะอื่น ๆ (ทองเลียน และคณะ, 2566) สำหรับอัตราการตายของไก่ไข่ไม่มีความแตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ทุกกลุ่มทดลอง เนื่องจากจำนวนไก่ในกรงตับมีจำนวนน้อยเมื่อมีการตายที่อาจมีสาเหตุมาจากสภาพอากาศและการจิกกัดกันภายในกรงตับ ส่งผลทำให้การคำนวณค่าอัตราการตายที่ได้มีค่าสูง ดังแสดงใน **Table 4**

Table 4 The effect of different levels of lupin seed supplementation in laying hen (22–41 weeks of age) on growth performance

Traits	Dietary treatments					
	Control	2% Lupin seed	4% Lupin seed	6% Lupin seed	CV	P–value
Initial body weight (g/hen)	1,457.50	1,502.50	1,515.00	1,543.75	5.56	0.55
Final body weight (g/hen)	1,771.88	1,645.00	1,758.00	1,757.50	3.68	0.61
Body weight gain (g/hen)	314.38	143.00	243.00	213.75	43.72	0.16
Mortality rate (%)	11.56	12.81	13.13	13.75	9.74	0.09

CV = Coefficient of variation

ประสิทธิภาพการให้ผลผลิต

จากการศึกษาการใช้ถั่วลูปินต่อประสิทธิภาพการผลิตของไก่ไข่ช่วงตั้งแต่อายุ 22–41 สัปดาห์ สำหรับประสิทธิภาพการให้ผลผลิต ได้แก่ ผลผลิตไข่ ผลผลิตไข่ต่อตัว ปริมาณการกินอาหารต่อไข่ 1 ฟอง และปริมาณการกินอาหารต่อไข่ 1 โหล ของทุกกลุ่มทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน **Table 5** การศึกษาวิจัยทดลองในครั้งนี้การใช้ถั่วลูปินในไก่ไข่ยังมีข้อมูลที่จำกัดและจำนวนน้อย ดังนั้นผลของการใช้ถั่วลูปินในระดับต่าง ๆ ในสูตรอาหารไก่ไข่ครั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากปริมาณของโภชนะไม่เพียงพอต่อความต้องการที่สามารถเพิ่มการให้ผลผลิตไก่ไข่ได้ และประกอบกับในทุกสูตรอาหารมีการคำนวณให้ปริมาณโภชนะมีค่าใกล้เคียงกัน (**Table 2**) จึงส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการใช้อาหารจากการใช้ถั่วลูปินในสูตรอาหารกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% มีค่าดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% เท่ากับ 2.13, 2.09, 2.03 และ 2.01 g/egg mass ตามลำดับ การที่ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้น อาจเนื่องมาจากอาหารที่มีการใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% มีค่าการย่อยได้ของโปรตีนเปปซิน (% PD) สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% ดังแสดงใน **Table 2** ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการย่อยได้ของโปรตีนเปปซิน ส่งผลให้มีระดับของโปรตีนและสามารถดูดซึมสารอาหารไปใช้ประโยชน์จากโภชนะในอาหารที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% ดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% อีกทั้งยังส่งผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่ไข่ อีกทั้งกระบวนการที่ผ่านการสกัดโปรตีนในถั่วลูปิน (Australian sweet lupin) ด้วยสภาวะด่าง pH 8–9 ยังมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 87% เนื่องจากกระบวนการสกัดถั่วลูปินไม่ได้ทำลายโภชนะที่มีเป็นองค์ประกอบหลัก คือ ไนโตรเจน (โปรตีน) ถึงแม้ถั่วลูปินมีสารต้านโภชนาการ (Antinutritional factors) ที่มีผลขัดขวางการย่อยโปรตีน ได้แก่ สารยับยั้งเอนไซม์โปรติเอส สารแทนนิน และสารอัลคาลอยด์ (Chew et al., 2003; El-Adawy et al., 2001: Francis et al., 2001) แต่อย่างไรก็ตามสารอัลคาลอยด์สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ได้เช่นกัน จึงอาจส่งผลทำให้ไก่ไข่ที่ได้รับอาหารในกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอื่น

Table 5 The effect of different levels of lupin seed supplementation in laying hen (22–41 weeks of age) on production performance

Traits	Dietary treatments				CV	P–value
	Control	2% Lupin seed	4% Lupin seed	6% Lupin seed		
Hen-house egg production; HH (%)	74.43	73.44	75.96	75.28	5.62	0.17
Egg production per hen (egg/hen)	104.20	102.81	106.34	105.40	5.58	0.58
Feed intake per egg (g/egg)	125.37	122.58	121.58	119.48	3.43	0.19
Feed intake per egg dozen (kg /dozen)	1.60	1.58	1.57	1.56	3.10	0.70
Feed efficiency (g/egg mass)	2.13 [a]	2.09 [ab]	2.03 [b]	2.01 [b]	3.80	0.05

[a, b] Means with different superscripts within a row differ significantly; P ≤ 0.05

CV = Coefficient of variation

ปริมาณการกินอาหารและผลผลิตไข่

จากการศึกษาการใช้ถั่วลูปินในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหารไก่ไข่ของแต่ละช่วงอายุต่อปริมาณการกินอาหารของไก่ไข่ในช่วงที่ 4 ตั้งแต่อายุ 34–37 สัปดาห์ มีปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P > 0.05) แต่การใช้ถั่วลูปินในอาหารไก่ไข่ในช่วงที่ 1, 2, 3 และ 5 มีปริมาณการกินอาหารของไก่ไข่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P < 0.05) ดังแสดงใน **Table 6** การใช้ถั่วลูปินในระดับที่แตกต่างในอาหารไก่ไข่ ตลอดการทดลอง (22–41 สัปดาห์) มีปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) โดยพบว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% มีปริมาณการกินอาหารไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) ยกเว้นในกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% มีปริมาณอาหารที่กินน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (P < 0.05) ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ถั่วลูปินในสูตรอาหารไก่ไข่ในช่วงที่ 1 ตั้งแต่อายุ 22–25 สัปดาห์ การใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 6% อาจส่งผลทำให้มีปริมาณการกินอาหารของไก่ไข่ต่ำกว่ากลุ่มอื่นซึ่งอาจเนื่องมาจากในถั่วลูปินมีสารอัลคาลอยด์ที่มีรสชาติขมจึงทำให้ความน่ากินของอาหารลดลง ในการทดลองนี้พบว่าปริมาณการกินอาหารของไก่ไข่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของสายพันธุ์ เนื่องจากอุณหภูมิร้อน–ชื้นภายในโรงเรือน ส่งผลทำให้ไก่ไข่มีปริมาณการกินอาหารที่ลดลงได้ (เยาวมาลย์, 2565) จึงทำให้ได้ผลผลิตไข่น้อยกว่ามาตรฐาน อีกทั้งปริมาณการกินอาหารโดยรวมตั้งแต่อายุ 22-41 สัปดาห์ ไก่ไข่กินอาหารใกล้เคียงกัน (P > 0.05) ยกเว้นกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 2% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงใน **Table 6**

การใช้ถั่วลูปินในระดับที่แตกต่างกันในสูตรอาหารไก่ไข่ของแต่ละช่วงอายุต่อผลผลิตไข่ (% HD) ในช่วงที่ 1 และ 4 ทุกกลุ่มทดลองมีผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) ดังแสดงใน **Table 6** ขณะที่การใช้ถั่วลูปินในสูตรอาหารช่วงที่ 2, 3 และ 5 มีผลผลิตไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองค่าเฉลี่ยรวมของผลผลิตไข่ (% HD) ของกลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) แต่ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P > 0.05) ดังแสดงใน **Table 6** จากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% ส่งผลทำให้ผลผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากค่าการย่อยได้ของเปปซิน (% PD) สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% ดังแสดงใน **Table 2** และจากผลการวิเคราะห์ค่าทางโภชนะของอาหารไก่ไข่ตลอดการทดลองพบว่าสูตรอาหารของกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% มีค่าโปรตีนสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปิน 2% ดังแสดงใน **Table 2** อีกทั้งในสูตรอาหารไก่ไข่จะมีเอนไซม์ไฟเตส (phytase) ประกอบอยู่ด้วย เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์

จากพืชจะมีฟอสฟอรัสในรูปไฟเตทและกรดไฟติก (phytic acid) ประมาณ 50–80% ของฟอสฟอรัสในวัตถุดิบ (Chung, 2002) ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวเป็นตัวช่วยเพิ่มการใช้ประโยชน์ของโภชนะอื่น ๆ ที่เกาะกับกรดไฟติก และสามารถนำโภชนะจากอาหารมาใช้ประโยชน์ได้ดีในอาหารที่มีวัตถุดิบที่ใช้ประโยชน์ได้ต่ำ (ศรีน้อย และอรพินท์, 2560; Sumiati and Darmansyah, 2012) อาจเป็นไปได้ว่าการใช้ถั่วลูปินในระดับต่าง ๆ ของสูตรอาหารไข่ไก่ ส่งผลทำให้ผลผลิตไข่ที่ได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) สำหรับกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% ที่ให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% อาจเนื่องมาจากขั้นตอนและกระบวนการผสมอาหารที่ทำให้ค่า % PD ดังแสดงใน **Table 2** ที่ได้ต่ำกว่าทุกกลุ่มทดลอง จึงทำให้ผลผลิตไข่ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน ดังแสดงใน **Table 6**

Table 6 The effect of different levels of lupin seed in laying hen on feed intake and hen–day egg production (% HD) in each period

Traits	Dietary treatments					
	Control	2% Lupin seed	4% Lupin seed	6% Lupin seed	CV	P–value
Feed intake (g/hen/day)						
- Period 1 (age 22–25 weeks)	94.53[a]	92.36[a]	92.66[a]	88.34[b]	3.94	0.02
- Period 2 (age 26–29 weeks)	101.70[b]	103.29[b]	108.13[a]	102.65[b]	3.63	0.04
- Period 3 (age 30–33 weeks)	100.51[ab]	97.97 [b]	101.90 [a]	100.65 [ab]	3.29	0.03
- Period 4 (age 34–37weeks)	97.68	94.38	94.93	98.95	4.27	0.71
- Period 5 (age 38–41 weeks)	102.63[a]	95.16 [b]	100.20 [a]	99.34 [a]	3.15	0.01
Average (age 22–41 weeks)	99.40[a]	96.63 [b]	99.56 [a]	97.98 [ab]	2.15	0.03
Hen-day egg production (%)						
- Period 1 (age 22–25 weeks)	69.77	71.29	72.63	72.10	4.73	0.91
- Period 2 (age 26–29 weeks)	78.20[b]	77.08 [b]	80.58 [ab]	83.35[a]	4.94	0.01
- Period 3 (age 30–33 weeks)	75.65[b]	77.10 [ab]	81.21 [a]	81.35 [a]	5.12	0.05
- Period 4 (age 34–37 weeks)	85.09	85.63	87.47	87.40	4.14	0.64
- Period 5 (age 38–41 weeks)	87.73[a]	83.73 [b]	87.56 [a]	85.83 [ab]	3.31	0.03
Average (age 22–41 weeks)	79.29[b]	78.83 [b]	81.89 [a]	82.01 [a]	3.80	0.03

[a, b] Mean with different superscripts within a row differ significantly; $P \leq 0.05$

CV = Coefficient of variation

คุณภาพไข่

การใช้ถั่วลูปินระดับต่าง ๆ ในอาหารไก่ไข่ช่วงอายุ 22–41 สัปดาห์ต่อคุณภาพไข่ พบว่าน้ำหนักไข่ของกลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) และกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% มีน้ำหนักไข่ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันกับกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 6% ($P > 0.05$) เท่ากับ 58.59, 58.76, 59.93 และ 59.40 g/egg ตามลำดับ สำหรับลักษณะของมวลไข่กลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปินและกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2% มีมวลไข่ต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เท่ากับ 46.69, 46.32, 49.07 และ 48.71 g/hen/day ตามลำดับ ขณะที่ลักษณะสีของไข่แดงพบว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) มีคะแนนสีของไข่แดงต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 2, 4 และ 6% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เท่ากับ 11.96, 12.10, 12.12 และ 12.20 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพไข่ด้านอื่น ๆ ได้แก่ ค่าฮอกยูนิต น้ำหนักเปลือกไข่ และความหนาของเปลือกไข่ทุก ๆ กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงใน **Table 7** จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ถั่วลูปินในระดับ 4% ส่งผลทำให้น้ำหนักไข่แตกต่างกับกลุ่มทดลองอื่น ๆ ยกเว้นกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 6% ส่วนมวลไข่ในกลุ่มใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน สำหรับคะแนนสีของไข่แดงสูงขึ้นตามการเพิ่มระดับของถั่วลูปินในสูตรอาหาร เนื่องจากถั่วลูปินที่ใช้ในการทดลองไม่ได้ผ่านกระบวนการบีบน้ำมันออก ทำให้กรดไขมัน (fatty acid) สูงกว่ากากถั่วเหลือง ซึ่งกรดไขมันมีคุณสมบัติในการทำหน้าที่ช่วยในกระบวนการการกระจายสารสี (pigment) ไปยังส่วนต่าง ๆ โดยเฉพาะไข่ ส่งผลทำให้คะแนนสีของไข่แดงเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงใน **Table 3** อีกทั้งถั่วลูปินมีกรด Linoleic (45.2 mg/g) สูงกว่ากากถั่วเหลือง (37 mg/g) ทั้งนี้กรด Linoleic มีความสำคัญต่อขนาดของฟองไข่ด้วย จึงทำให้คะแนนสีของไข่แดงและน้ำหนักไข่เพิ่มขึ้น (อุทัย, 2559; Alvarez et al., 2004; Safaa et al., 2008)

Table 7 The effect of different levels of lupin seed supplementation on egg quality of laying hens aged 22–41 weeks

Traits	Dietary treatments				CV	P–value
	Control	2% Lupin seed	4% Lupin seed	6% Lupin seed		
Egg weight (g/egg)	58.59 [b]	58.76 [b]	59.93 [a]	59.40 [ab]	1.16	0.05
Haugh unit (%)	75.02	74.56	76.08	77.32	4.24	0.27
Eggshell weight (g/egg)	6.48	6.42	6.45	6.48	1.53	0.27
Egg mass (g/hen/day)	46.69 [b]	46.32 [b]	49.07 [a]	48.71 [a]	3.52	0.01
Eggshell thickness (mm x 10^{-2})	34.70	34.40	34.30	34.50	1.27	0.11
Egg yolk color	11.96 [b]	12.10 [a]	12.12 [a]	12.20 [a]	1.13	0.05

[a, b] Mean with different superscripts within a row differ significantly; $P \leq 0.05$

CV = Coefficient of variation

สรุป

การใช้ถั่วลูปินในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 4 และ 6% ทำให้ไก่ไข่มีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ถั่วลูปิน (กลุ่มควบคุม) และยังส่งผลทำให้ผลผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับปริมาณการกินอาหารกลุ่มที่ใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% ไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ด้านคุณภาพไข่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ และมวลไข่ การใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 4 และ 6% ให้ผลดีกว่าการที่ไม่ใช้ถั่วลูปินในอาหาร อีกทั้งการเพิ่มระดับการใช้ถั่วลูปินมีผลทำให้สีไข่แดงเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย

ดังนั้นการใช้ถั่วลูปินในอาหารไก่ไข่สามารถใช้ได้ตั้งแต่ที่ระดับ 4–6% ในสูตรอาหาร โดยไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ไก่ ซึ่งจากการทดลองการใช้ถั่วลูปินที่ระดับ 6% ในอาหารเหมาะสมที่จะใช้ในอาหารไก่ไข่มากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออก อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ที่เอื้ออำนวยสถานที่ทดลอง และการจัดการวัตถุดิบ (ถั่วลูปิน) ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ และสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานและวิเคราะห์ผลงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ทองเลียน บัวจูม, สุรีรัตน์ ถือแก้ว และวัชราภรณ์ พิลา. 2566. ผลของกระบวนการให้ความร้อนต่อคุณภาพโภชนะของถั่วพร้าและการใช้ประโยชน์ทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารไก่พื้นเมือง. วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 40(1): 70–78.

ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี. 2564. คู่มือเลี้ยงไก่ในบ้านสร้างเล้าไก่ในฝัน. สำนักพิมพ์บ้านและสวน อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพมหานคร.

เยาวมาลย์ ค้าเจริญ. 2565. การใช้สมุนไพรในอาหารสัตว์ไทยมุ่งสู่มาตรฐานอาเซียน. แก่นเกษตร. 41: 369–376.

วิสุทธิ์ พิเพก, โฆษิต ขวาของ, น้ำทิพย์ จิรัฐิติกาลพันธุ์, กังสดาล สมวงษ์อินทร์ และชินทัตน์ นาคะสิงห์. 2562. ผลการศึกษาระดับพลังงานต่าง ๆ ในอาหารที่เหมาะสมต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ในไก่ไข่หลังให้ผลผลิตสูงสุด. แก่นเกษตร. 47 (ฉบับพิเศษ 2): 575–580.

ศรีน้อย ชุ่มคำ และอรพินท์ จิตสถาพร. 2560. การเสริมเอนไซม์ย่อยเยื่อใยร่วมกับเอนไซม์ไฟเตสในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่. วิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 12(2): 11-17.

สยามรัฐ. 2564. โปรตีนทางเลือก “ถั่วลูปิน” ซุปเปอร์ฟู้ดแห่งอนาคต. แหล่งข้อมูล: https://siamrath.co.th/n/249614. ค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์, 2566.

อุทัย คันโธ. 2559. อาหารสุกรและสัตว์ปีกเชิงประยุกต์. เรียบเรียงครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ ยูเคที พับลิชชิ่ง จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

AOAC International. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed. (Horwitz, W. ed.) AOAC International, Gaithersburg, MD.

Abraham, E. M., I. Ganopoulos, P. Madesis, A. Mavromatis, P. Mylona, I. Nianiou-Obeidat, and D. Vlachostergios. 2019. The use of lupin as a source of protein in animal feeding: Genomic tools and breeding approaches. International Journal of Molecular Sciences. 20(4): 851.

Alvarez, C., P. Cachaldara, J. Mendez, P. Garcia–Rebollar, and J. C. De–Blas. 2004. Effect of dietary conjugated linoleic acid and fish oil supplementation on performance and egg quality in laying hens. British Poultry Science. 45(4): 524–529.

Chew, P. G., A. J. Casey, and S. K. Johnson. 2003. Protein quality and physico–function of Australian sweet lupin (*Lupinus angustifolius* cv. Gungurru) protein concentrates prepared by isoelectric precipitation or ultrafiltration. Food Chemistry. 83: 575–583.

Chung, T. K. 2002. How to get the best out of phytase. Feed Mix. 10: 27–29.

El-Adawy, T. A., E. H. Rahma, A. A. El-Bedawy, and A. F. Gafar. 2001. Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. Food Chemistry. 74: 455–462.

Francis, G., H. P. S. Makkar, and K. Becker. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish ingredients and their effects in fish. Aquaculture. 199: 197–227.

Gdala, J., A. J. M Jansman, L. Buraczewska, J. Huisman, and P. V. Leeuwen. 1997. The influence of **α**–galactosidase supplementation on the ileal digestibility of lupine seed carbohydrates and dietary protein in young pigs. Animal Feed Science and Technology. 67: 115–125.

King, R. H. 1981. Lupin-seed meal (*Lupinus albus* cv. Hamburg) as a source of protein for growing pigs. Animal Feed Science and Technology. 6: 285–296.

Lee, M. R. F, S. Parkinson, H. R. Fleming, V. J. Theobald, D. K. Leemans, and A. Burgess. 2016. The potential of blue lupins (*Lupinus angustifolius*), as a protein source, in the diets of laying hens. Veterinary and Animal Science. 1: 29–35.

Rubio, L. A., A. Brenes, I. Setien, G. De La Asuncion, N. Duran, and M. T. Cutuli. 1998. Lactobacilli counts in crop, ileum and caecum of growing broiler chickens fed on practical diets containing whole or dehulled sweet lupin (*Lupinus angustifolius*) seed meal. British Poultry Science. 39: 354–359.

Safaa, H. M., M. P. Serrano, D. G. Valencia, X. Arbe, E. Jiménez-Moreno, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2008. Effects of the levels of methionine, linoleic acid, and added fat in the diet on productive performance and egg quality of brown laying hens in the late phase of production. Poultry Science. 87: 1595–1602.

SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide. Version 6. Vol.2. (4th 296 ed.). SAS Institute Inc., Cary, N.C.

Shrestha, S., L. V. T. Hag, V. S. Haritos, and S. Dhital. 2021. Lupin proteins: structure, isolation, and application. Trends in Food Science and Technology. 116: 928–939.

Sumiati, R. M., and A. Darmansyah. 2012. Performance of layer hen fed fermented *Jatropha Curcas* L. meal supplemented with cellulose phytase enzyme. Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture. 37: 108–114.

Talapatra, S. K., B. Talapatra, S. K. Talapatra, and B. Talapatra. 2015. Alkaloids. General Introduction. Chemistry of Plant Natural Products: Stereochemistry, Conformation, Synthesis, Biology, and Medicine. 717-724.