PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index

บทความวิจัย

ผลการใช้วัตถุดิบแหล่งโปรตีนทางเลือกทดแทนกากถั่วเหลืองบางส่วนในอาหารไก่ไข่

สุวิทย์ ทิพอุเทน[1*] ธราดล จิตจักร[1] จักพรรดิ์ ประชาชิต[1] ทาริกา ทิพอุเทน[2] นิภาพร วงค์สีดา[1] ธนวัฒน์ พรมแสง[1] จีระศักดิ์ เสนานิคม[1] บริพัตร เหลืองประมวล[1] โกวิทย์ พัชรบุษราคัมกุล[3] สายัณห์ สืบผาง[4] และชัยพฤกษ์ หงษ์ลัดดาพร[5]

[1]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย 47000

[2]สาขาวิชาการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครจังหวัดสกลนคร ประเทศไทย 47000

[3]สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย 47000

[4]สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ ประเทศไทย 33000

[5]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อำเภอเมืองเลย จังหวัดเลย ประเทศไทย 42000

ข้อมูลบทความ

Article history

รับ: 7 สิงหาคม 2567

แก้ไข: 19 กันยายน 2567

ตอบรับการตีพิมพ์: 16 ตุลาคม 2567

ตีพิมพ์ออนไลน์: 24 ตุลาคม 2567

คำสำคัญ

น้ำหมักเศษปลา

กากมันสำปะหลัง

ใบกระถิน

ใบหม่อน

คุณภาพไข่

บทคัดย่อ

ปัจจุบันวัตถุดิบแหล่งโปรตีนอาหารสัตว์มีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง หากสามารถใช้วัตถุดิบที่มีราคาถูกทดแทนโดยไม่กระทบต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพของไข่ไก่อาจทำให้ผู้เลี้ยงไก่ไข่มีทางเลือกเพิ่มขึ้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาผลของแหล่งโปรตีนทางเลือกต่อการให้ผลผลิตและคุณภาพไข่ไก่ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ไฮไลน์บราวน์ (Hy-Line Brown) อายุ 23 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว สุ่มไก่ให้ได้รับอาหารทดลองที่มีแหล่งโปรตีนทางเลือกที่แตกต่างกันทดแทนกากถั่วเหลืองบางส่วนในสูตรอาหาร ได้แก่ กากถั่วเหลือง (กลุ่มควบคุม, T1) เศษปลาหมักกากมันสำปะหลัง (T2) ใบหม่อน (T3) และ ใบกระถิน (T4) ตามลำดับ ให้อาหารและน้ำดื่มอย่างเต็มที่ตลอดการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน ผลการทดลองพบว่าแหล่งของโปรตีนมีผลต่อค่าปริมาณอาหารที่กินได้ การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ 1 กิโลกรัม (FCR) ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ และค่าคะแนนสีไข่แดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดย T1 มีการกินอาหารสูงสุด (118.89 กรัม/ตัว/วัน) ในขณะที่ T4 มีการกินอาหารน้อยที่สุด (104.74 กรัม/ตัว/วัน) FCR มีค่าต่ำที่สุดใน T1 (2.97) และมีค่าสูงที่สุดใน T2 (3.57) ผลผลิตไข่สูงสุดพบใน T1 (70 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่ T2 มีการผลิตไข่น้อยที่สุด (53.36 เปอร์เซ็นต์) T1 และ T4 มีน้ำหนักไข่มากกว่า T2 และ T3 ส่วน T1 และ T3 มีน้ำหนักเปลือกไข่มากกว่า T4 และ T2 ในขณะที่ T4 มีสีของไข่แดงเข้มที่สุด (7.05 คะแนน) และ T1 มีสีไข่แดงอ่อนที่สุด (4.61 คะแนน) ส่วนความหนาเปลือกไข่ ค่าฮอกยูนิต น้ำหนักไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาว มีผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สรุปได้ว่า แหล่งโปรตีนทางเลือกจากใบกระถิน (T4) สามารถนำมาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองบางส่วนในสูตรอาหารไก่ไข่ ซึ่งสามารถช่วยให้น้ำหนักไข่ดีขึ้นและช่วยเพิ่มสีของไข่แดงให้เข้มขึ้นได้ แต่อาจส่งผลต่อการกินอาหาร ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ และการให้ผลิตไข่

บทนำ

ไข่เป็นแหล่งโปรตีนที่ย่อยง่าย ราคาต่อหน่วยถูก และเป็นแหล่งที่ดีที่สุดของกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย โปรตีนจากไข่ยังช่วยลดปัญหาภาวะทุพโภชนาการ (Malnutrition) ในประเทศด้อยพัฒนาหลายประเทศ แม้ว่าไข่มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับราคาเนื้อสัตว์ แต่ในปัจจุบันนี้พบว่าราคาไข่เริ่มปรับตัวเพิ่มขึ้น สาเหตุมาจากหลายปัจจัย และหนึ่งในปัจจัยที่มีกระทบต่อผู้เลี้ยงไก่ไข่โดยตรงนั้นคือราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น โดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งโปรตีน เช่น กากถั่วเหลือง รวมถึงวัตถุดิบอื่นจึงส่งผลให้ราคาไข่ไก่ปรับขึ้น ดังนั้นหากมีวัตถุดิบแหล่งโปรตีนทางเลือกที่สามารถใช้เสริมหรือทดแทนในสูตรอาหารไก่ไข่บางส่วน โดยไม่กระทบการให้ผลผลิตและคุณภาพของไข่ไก่ อาจเป็นทางเลือกที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตให้กับผู้เลี้ยงไก่ไข่ได้ ที่ผ่านมานักวิจัยได้พยายามนำวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นหลายชนิด เช่น การใช้ใบถั่วพืชอาหารสัตว์ยืนต้นอย่างกระถิน (*Leucaena leucocephala*)

*Corresponding author

E-mail address: suwit@snru.ac.th (S. Thip-uten)

Online print: 24 October 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2024.44

หรือใบหม่อน (*Morus alba*) ที่สามารถให้ผลผลิตได้ตลอดปีมาเป็นวัตถุดิบโปรตีนเสริมบางส่วนในสูตรอาหารร่วมกับวัตถุดิบโปรตีนหลัก ดังแสดงใน Table 1 และ Table 2 ซึ่งในใบกระถิน ใบหม่อน กากถั่วเหลือง และเศษปลาหมักมีสารอาหารทั้งแหล่งโปรตีน พลังงาน (ไขมัน) รวมทั้งกรดอะมิโนที่เป็นประโยชน์ต่อสัตว์ปีก

Table 1 Chemical composition of leucaena leaves, mulberry leaves, soybean meal and fish waste silage (% of DM)

Items	Leucaena leaves	Mulberry leaves	Soybean meal	Fish waste silage
Dry mater	91.60[2]	89.25[4]	88.50[6]	18.12[7]
Ash	10.70[1]	11.81[4]	5.70[6]	0.16[7]
Crude protein	23.50[1]	24.36[5]	41.60[6]	14.09[7]
Ether extract or crude fat	7.00[1]	8.02[5]	1.10[6]	50.31[7]
Nitrogen free extract	50.10[1]	56.42[5]	35.40[6]	-
Crude fiber	10.61[1]	13.11[4]	4.70[6]	-
Neutral detergent fiber	23.90[1]	35.77[4]	12.90[6]	-
Acid detergent fiber	27.94[1]	28.00[4]	7.90[6]	-
Acid detergent lignin	5.70[3]	0.74[5]	2.60[6]	-
Hemicellulose	19.10[3]	18.99[5]	-	-
Cellulose	19.92[1]	12.84[6]	-	-
Tannin	2.70[1]	1.20[6]	-	-
Mimosine	3.10[1]	-	-	-

[1]Islam et al. (1995) [2]WTSR (2010) [3]Zapata-Campos et al. (2020) [4]Al-Kirshi et al. (2013) [5]Batiha et al. (2023) [6]WTSR (2010) [7]Thip-uten et al. (unpublish)

Table 2 Partial of essential amino acids for laying hen requirement in leucaena leaves, mulberry leaves, soybean meal and fish waste silage

Items	Leucaena leaves	Mulberry leaves	Soybean meal (mg/g N)	Fish waste silage
		(mg/g DM)		(mg/g)
Lysine	339[1]	14.33[2]	388[1]	3.20[4]
Methionine	98[1]	2.99[2]	88[1]	1.50[4]
Threonine	266[1]	10.52[2]	244[1]	1.40[4]
Tryptophan	-	7.40[2]	6.10[3]	0.72[4]
Arginine	277[1]	12.96[2]	463[1]	5.30[4]
Isoleucine	244[1]	10.04[2]	294[1]	1.50[4]
Valine	311[1]	12.83[2]	300[1]	1.07[4]

[1]Ter Meulen et al. (1979) [2]Machii & Katagiri (1991) [3]Espinosa et al. (2021) [4]Gauthankar et al. (2021)

Abou-Elezz et al. (2011) ได้ทดลองเสริมใบกระถินป่นในอาหารไก่ไข่พันธุ์โร็ดไอส์แลนด์เรดที่ระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่า มีผลต่ออัตราการให้ไข่ไก่ มวลของไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่เป็นแบบโค้งกำลัง (Quadratic) และสีของไข่แดงจะมีสีเข้มเพิ่มขึ้นตามระดับของใบกระถินป่นในสูตรอาหาร และเสนอแนะว่าไม่ควรใช้ใบกระถินป่นในสูตรอาหารไก่ไข่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ Al-kirsh et al. (2013) ทดลองเสริมใบหม่อนป่นในอาหารไก่ไข่สายพันธุ์อีซ่าบราวน์ (Isa-Brown) ที่ระดับ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าใบหม่อนป่นทำให้ไก่ไข่กินอาหาร ให้ไข่น้ำหนักไข่ และมวลไข่ลดลง แต่ค่าฮอกยูนิตและสีของไข่แดงสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้เสนอแนะว่าการใช้ใบหม่อนป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมต่อการให้ผลผลิตไข่และคุณภาพของไข่

นอกจากการใช้ใบกระถินและใบหม่อนป่นแล้ว ยังพบว่ามีการนำเศษไส้ปลาและอวัยวะภายในท้องปลา (Visceral organs) ที่เหลือจากกระบวนการแปรรูปปลานำมาหมักแล้วนำมาทดลองเลี้ยงสัตว์ ในรายงานของ Kjos et al. (2001) ได้นำเศษปลาแซลมอน (Salmon) จากโรงงานเอกชนในประเทศนอร์เวย์ นำมาหมักด้วยกรดฟอร์มิก (Formic acid) ได้ปลาหมัก (Fish silage) ไปทดลองเลี้ยงไก่ไข่พันธุ์ไวท์เล็กฮอร์น (White Leghorn) ที่ระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารร่วมกับการเสริมไขมันที่ระดับ 0.18, 0.88, 1.68 และ 2.48 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาหมักไม่มีผลต่อค่าการกินได้ ผลผลิตไข่ กรดไขมันในไข่แดง สีของไข่แดง หรือ คุณภาพด้านประสาทสัมผัส ขณะที่ Ramírez et al. (2013) รายงานว่าในเศษปลาที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการแปรรูปปลา อุดมไปด้วยโปรตีน กรดอะมิโน และแร่ธาตุ สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าใบกระถิน ใบหม่อน และเศษปลามีศักยภาพในการเป็นวัตถุดิบทางเลือกสำหรับนำมาใช้ทดแทนวัตถุดิบหลักโปรตีนได้บางส่วน อย่างไรก็ตาม จากการลงพื้นที่ให้บริการวิชาการแก่ชุมชน ณ ชุมชนท่าบ่อ อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม ซึ่งเป็นแหล่งผลิตปลาส้มคุณภาพรายใหญ่และสร้างชื่อเสียงให้กับจังหวัด พบว่าในกระบวนการทำปลาส้มจะมีเศษเหลือจำนวน

มาก ได้แก่ ส่วนของอวัยวะภายในของปลาและหัวปลาจำนวนมาก แต่เศษปลาจะมีไขมันและความชื้นสูงมีกลิ่นคาวปลา หากนำไปเลี้ยงสัตว์โดยตรงอาจส่งผลต่อการกินอาหาร จึงต้องนำมาลดความชื้นกลิ่นคาวและย่อยเศษกระดูกก่อน จากนั้นจึงนำมาหมักร่วมกับวัตถุดิบอื่นที่มีสภาพแห้ง เช่น กากมันสำปะหลังแห้ง ช่วยลดความชื้น กลิ่นคาวปลา และยังอาจจะทำให้ได้พลังงานเพิ่มขึ้น จากส่วนของแป้งที่ติดมากับกากมันแห้งด้วย จากการตรวจเอกสารข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ได้ของแหล่งของโปรตีนทางเลือกเพื่อเพิ่มฐานข้อมูลในด้านการประยุกต์ใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ให้เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้วัตถุดิบแหล่งโปรตีนทางเลือกทดแทนกากถั่วเหลืองบางส่วนในอาหารไก่ไข่

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง สัตว์ทดลอง และอาหารทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ใช้ไก่ไข่พันธุ์ Hy-Line Brown พร้อมไข่ อายุ 23 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว แบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ตัว จากนั้นสุ่มไก่ให้ได้รับอาหารที่มีแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองบางส่วนในสูตรอาหารต่างกัน 4 ชนิด (treatment, T) ดังนี้

T1 = โปรตีนจากกากถั่วเหลือง (Control)

T2 = โปรตีนจากกากมันสำปะหลังหมักด้วยน้ำหมักเศษปลา (Cassava pulp fermented with liquid fish waste silage)

(น้ำหมักเศษปลา เตรียมได้จากการนำอวัยวะภายในและส่วนหัวของปลาที่เหลือทิ้งจากการทำปลาส้มของกลุ่มวิสาหกิจปลาส้มชุมชนท่าบ่อศรีสงคราม จังหวัดนครพนม นำมาหมักด้วยกากน้ำตาล จำนวน 15 กิโลกรัม ต่อเศษปลาน้ำหนัก 100 กิโลกรัมสด หมักทิ้งไว้นาน 14 วัน ในสภาพปกติจะได้น้ำหมักเศษปลา จากนั้นนำน้ำหมักเศษปลาที่ได้ผสมกับกากมันสำปะหลังแห้ง ในอัตราส่วน 1 : 1 คือใช้น้ำหมักเศษปลา 1 กิโลกรัม ต่อกากมันสำปะหลังแห้ง 1 กิโลกรัม คลุกเคล้าให้เข้ากันในด้วยเครื่องผสมอาหารแนวนอนเป็นเวลา 30 นาที แล้วบรรจุใส่ในถังหมักพลาสติกขนาด 200 ลิตร อัดวัสดุหมักให้แน่นปิดฝาให้สนิทหมักในสภาพไร้อากาศเป็นระยะเวลา 21 วัน จากนั้นนำออกมาตากแดดให้แห้ง 2-3 วัน แล้วใช้เป็นส่วนผสมในสูตรอาหารไก่ไข่)

T3 = โปรตีนจากใบหม่อน (Mulberry leaves)

(ใช้ใบหม่อนสายพันธุ์สกลนคร-85 อายุเก็บเกี่ยว 2 เดือน เก็บเอาเฉพาะส่วนใบสดจากต้นนำมาสับให้มีขนาดประมาณ 2 เซนติเมตร ตากแดดให้แห้งนาน 3 วัน บดด้วยให้เครื่องบดอาหารสัตว์ให้มีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร สำหรับเป็นส่วนผสมในอาหารไก่ไข่)

T4 = โปรตีนจากใบกระถิน (Leucaena leaves)

(ใบกระถินสดเก็บจากพื้นที่ไร่นาเกษตรกร นำมาตากแดดนาน 3 วัน ให้ใบร่วง จากนั้นนำใบไปบดด้วยเครื่องบดให้มีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร สำหรับเป็นส่วนผสมในอาหารไก่ไข่)

ส่วนผสมในสูตรอาหารทดลองแสดงไว้ใน Table 3 โดยใช้กากถั่วเหลือง เศษปลาหมักกากมันสำปะหลัง ใบหม่อน ใบกระถิน ปลาป่นกรดอะมิโนสังเคราะห์เป็นแหล่งโปรตีน ใช้ข้าวโพด รำข้าว และน้ำมันปาล์มเป็นแหล่งพลังงาน ใช้เกลืองแกง หินฝุ่นบด ไดแคลเซียมฟอสเฟต และวิตามินแร่ธาตุสำเร็จรูปสำหรับไก่ไข่เป็นแหล่งแร่ธาตุและวิตามิน ทำการผสมอาหารตามสัดส่วนแต่ละสูตรให้มีสารอาหารตรงตามความต้องการของไก่ไข่ โดยให้มีระดับโปรตีนและพลังงานเท่ากันทุกสูตร คือ โปรตีน 18 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้เท่ากับ 2,900 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมอาหาร ตามคำแนะนำของ NRC (1994)

Table 3 Ingredients and chemical composition of experimental diet

Feed ingredients (%)	T1	T2	T3	T4
Soybean meal (45 % CP)	30.00	26.63	25.00	26.63
Cassava pulp fermented with liquid fish waste silage (12.48 % CP)	-	10.00	-	-
Mulberry leaves meal (18.15 % CP)	-	-	10.00	-
Leucaena leaves meal (18.52 % CP)	-	-	-	10.00
Fish meal (55 % CP)	2.00	2.00	2.00	2.00
Rice bran	3.63	2.00	2.00	2.00
Ground corn	52.00	47.00	48.63	47.00
Palm oil	0.50	0.50	0.50	0.50
Dicalcium phosphate	2.02	2.02	2.02	2.02
Mill limestone	9.00	9.00	9.00	9.00
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25
DL-Methionine	0.30	0.30	0.30	0.30
[1/]Premix for laying hen	0.30	0.30	0.30	0.30
Total	100	100	100	100

Table 3 Ingredients and chemical composition of experimental diet (Continue)

Feed ingredients (%)	T1	T2	T3	T4
Calculated chemical composition				
Dry matter (%)	89.90	89.84	90.44	90.09
Crude protein (%)	18.00	18.00	18.00	18.00
Crude fat (%)	3.54	4.54	3.29	3.48
Crude fiber (%)	3.16	3.24	3.32	3.47
Calcium (%)	3.70	3.69	3.94	3.85
Available phosphorous (%)	0.59	0.57	0.63	0.59
Sodium chloride (%)	0.10	0.10	0.10	0.10
Lysine (%)	0.94	0.84	0.79	0.86
Methionine (%)	0.54	0.51	0.53	0.51
Methionine + cysteine (%)	0.68	0.74	0.72	0.68
Metabolizable energy (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900
Cost of experimental diet (baht/kg)	15.31	14.16	13.81	13.69

T1 = Control (soybean meal), T2 = Cassava pulp fermented with liquid fish waste silage, T3 = Mulberry leaves meal, T4 = Leucaena leaves meal. [1/]Premix (mineral and vitamins) 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 B1 2.53 mg; vitamin B2 8.02 mg; nicotinic acid 53.96 mg; vitamin B6 2.53 mg; vitamin B12 1.54 mg; pantothenic acid 13.23 mg; folic acid 1.38 mg; biotin 5.50 mg; and chorine 2583.33 mg.

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ไก่ทุกทรีทเมนต์จัดการเลี้ยงเหมือนกันโดยเลี้ยงในคอกแบบปล่อยอัตราส่วนไก่ 5 ตัว/ตารางเมตร ในสภาพโรงเรือนแบบเปิดได้รับโปรแกรมแสงเท่ากันในแต่ละวันตามสภาพแวดล้อม มีน้ำสะอาดให้กินได้เต็มที่ตลอดเวลา ให้อาหาร 2 ครั้งต่อวัน คือ เวลา 09.00 น. และเวลา 15.00 น. เลี้ยงปรับสภาพในคอกนาน 2 สัปดาห์ โดยใช้อาหารทดลองกลุ่มควบคุม จากนั้นจึงสุ่มไก่ให้ได้รับอาหารทดลองและให้อาหารของแต่ละทรีทเมนต์ให้กินแบบเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลองนาน 9 สัปดาห์ เก็บข้อมูลปริมาณการกินได้ การให้ผลผลิตไข่แต่ละวันของไก่ และในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ทำการประเมินคุณภาพไข่ไก่ทางกายภาพตามวิธีของ Thip-uten et al. (2019) โดยมีรายละเอียด ดังนี้ (1) นำไข่มาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลทศนิยม 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดน้ำหนักไข่สด (Egg weight, g) (2) ทำการตอกไข่เพื่อวัดค่าความสดหรือค่าฮอกยูนิต (Haugh unit, H.U.) คำนวณได้จากสมการ H.U. = 100 x log (H +7.57-1.7$W^{0.37}$) โดย H คือ ความสูงไข่ขาว (มิลลิเมตร) และ W คือ น้ำหนักไข่ (กรัม) (3) แยกไข่แดงออกจากไข่ขาวแล้วชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล 4 ตำแหน่ง เพื่อหาน้ำหนักไข่แดง (Yolk weight, g) (4) วัดค่าสีของไข่แดงด้วยพัดสีโรส (Roche yolk colour fan) มีค่าคะแนนจาก 1-15 ซึ่งค่าที่เพิ่มขึ้นบ่งบอกถึงสีไข่แดง (Yolk colour) ที่เข้มขึ้นตามค่าคะแนน (5) นำเปลือกไข่รวมเยื่อเปลือกไข่ตากไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาน้ำหนักของเปลือกไข่ (Shell weight, g) (6) คำนวณน้ำหนักไข่ขาว (Albumen weight, g) = (น้ำหนักไข่ทั้งฟอง – น้ำหนักไข่แดง – น้ำหนักเปลือกไข่)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดนำเข้าวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์ด้วยวิธี Duncan' new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS 6.12 (SAS, 1996)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

น้ำหนักไก่ไข่ทดลองเฉลี่ย ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ ผลผลิตไข่ และคุณภาพของไข่ไก่ แสดงใน Table 4 พบว่าน้ำหนักไก่ไข่ทดลองเฉลี่ย ความหนาของเปลือกไข่ ความสดใหม่ของไข่ น้ำหนักไข่แดง และน้ำหนักไข่ขาว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.56 - 1.71 กิโลกรัม 0.22 – 0.23 มิลลิเมตร 85.74 – 90.46 เปอร์เซ็นต์ 13.46 – 14.04 กรัม และ 33.42 – 34.22 กรัม ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตน้ำหนักไข่ 1 กิโลกรัม เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ น้ำหนักของเปลือกไข่ และสีของไข่แดง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

Table 4 Effect of protein sources on feed intake, egg production, and egg quality

Parameter	T1	T2	T3	T4	SEM	P-value
Average body weight of laying hen (kg)	1.61	1.56	1.48	1.71	0.04	0.122
Feed intake (g/hen/day)	118.89^{a}	114.42^{a}	119.75^{a}	104.74^{b}	4.58	0.002
Feed conversion for 1 kg of egg (kg feed/kg egg)	2.97^{b}	3.57^{a}	3.47^{a}	3.47^{a}	0.09	0.001
Egg production (%)	70.00^{a}	53.36^{c}	57.20^{b}	57.30^{b}	1.95	0.001
Egg weight (g/egg)	59.07^{a}	56.64^{b}	56.63^{b}	58.63^{a}	1.46	0.002
Shell weight (g/egg)	5.83^{a}	5.50^{b}	5.95^{a}	5.57^{b}	0.21	0.004
Shell thickness (mm)	0.23	0.22	0.22	0.23	0.01	0.410
Haugh unit	88.11	85.74	89.06	90.46	7.81	0.770
Yolk weight (g)	14.04	13.85	13.46	13.83	0.41	0.060
Albumen weight (g)	33.46	33.42	33.97	34.22	1.27	0.620
Yolk color index (1-15 scores)	4.61^{b}	4.79^{b}	6.63^{a}	7.05^{a}	0.49	0.001

T1 = Control (soybean meal), T2 = Cassava pulp fermented with liquid fish waste silage, T3 = Mulberry leaves meal, T4 = Leucaena leaves meal. $^{A-C}$ Means in the same row with different superscript were significant different ($P < 0.05$), SEM = standard error of the mean.

การกินอาหาร (Feed intake) พบว่ากลุ่มที่ใช้อาหารที่มีแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง (T1) มีการกินอาหารสูงสุดที่ 118.89 กรัม/ตัว/วัน ในขณะที่กลุ่ม T4 (Leucaena leaves meal) มีการกินอาหารน้อยที่สุดที่ 104.74 กรัม/ตัว/วัน ผลนี้อาจเนื่องมาจากความสามารถในการย่อยและการดูดซึมสารอาหารที่แตกต่างกันของโปรตีนจากแหล่งที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอาหารที่มีใบกระถิน (T4) อาจมีแทนนินและไมโมซีน (Mimosine) ที่หลงเหลือในใบกระถินทำให้ขัดขวางการย่อย (Ramteke et al., 2019; De Angelis et al., 2021) สอดคล้องกับ Khajarern & Khajarern, (2017) รายงานว่าไมโมซีน ในใบกระถินทั่วไปจะมีอยู่ประมาณ 3-12 เปอร์เซ็นต์ ของโปรตีนในพืช หากสัตว์ได้รับในอาหารมากเกินไปจะทำให้การเจริญเติบโตชะงัก ต่อมน้ำลายจะขับน้ำลายออกมามาก (Drooling) ขนร่วงบริเวณสะโพกและหาง ทำให้เกิดคอหอยพอกทำให้อายุการเป็นหนุ่มสาว (Puberty) นานขึ้น แต่ไม่มีผลเสียหายต่อคุณภาพเนื้อ นม ไข่ หรือประสิทธิภาพของการสืบพันธุ์ ไมโมซีนจะถูกทำลายหรือทำให้ลดลงในระหว่างการทำให้แห้ง และในอาหารสัตว์ปีกไม่ควรใช้ใบกระถินในสูตรอาหารเกิน 5 เปอร์เซ็นต์

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (Feed conversion ratio, FCR) ค่า FCR ที่ต่ำที่สุดพบในกลุ่ม T1 (2.97) แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ที่ดีกว่าเมื่อใช้อาหารที่มีแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลือง ในขณะที่กลุ่ม T2 ที่ใช้อาหารจากกากมันสำปะหลังหมักด้วยน้ำหมักเศษปลา มีค่า FCR สูงที่สุด (3.57) แสดงถึงการใช้อาหารที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่า ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการย่อยได้ยากของเยื่อใยกากมันสำปะหลังที่หมัก (Abu et al., 2019) อย่างไรก็ดี ในทางตรงกันข้าม Okrathok et al. (2018) รายงานว่า สามารถใช้กากมันสำปะหลังที่หมักด้วยรา *Aspergillus oryzae* ในสูตรอาหารไก่ไข่ได้มากถึง 24 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะ การให้ผลผลิตไข่ไก่ คุณภาพไข่ และค่าทางชีวเคมีในกระแสเลือด

การผลิตไข่และน้ำหนักไข่ การผลิตไข่สูงสุดเกิดขึ้นในกลุ่ม T1 (70 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งใช้อาหารจากกากถั่วเหลือง ในขณะที่กลุ่ม T2 มีการผลิตไข่น้อยที่สุด (53.36 เปอร์เซ็นต์) เนื่องจากคุณภาพโปรตีนในกากถั่วเหลือสูงกว่าแหล่งโปรตีนอื่น เช่น กากมันสำปะหลังหมักน้ำหมักเศษปลาซึ่งมีไขมันจากปลาค่อนข้างสูงอาจส่งผลต่อการให้ไข่ (Mohammed Beski, 2015)

คุณภาพของไข่และความหนาของเปลือกไข่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตาม กลุ่ม T3 มีน้ำหนักเปลือกไข่สูงกว่ากลุ่มอื่นแสดงให้เห็นว่าใบหม่อนมีแร่ธาตุแคลเซียมที่ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของเปลือกไข่ได้ดี อย่างไรก็ตาม ค่าความสดของไข่ (Haugh unit) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแหล่งโปรตีนไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพความสดของไข่ (Ledvinka et al., 2012) ส่วนสีของไข่แดงกลุ่ม T4 ซึ่งใช้อาหารจากใบกระถิน มีสีของไข่แดงเข้มที่สุด (7.05 คะแนน) เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นแสดงให้เห็นว่าใบกระถินมีสารแคโรทีนอยด์ที่ช่วยเพิ่มสีของไข่แดงได้ดี ขณะที่กลุ่ม T1 มีสีไข่แดงอ่อนที่สุด (4.61 คะแนน) ซึ่งอาจเนื่องมาจากกากถั่วเหลืองไม่มีสารที่เพิ่มสีของไข่แดง (Karadas et al., 2006)

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า แหล่งโปรตีนทางเลือกจากใบกระถิน (T4) สามารถนำมาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองได้บางส่วน ในสูตรอาหารไก่ไข่ ซึ่งสามารถช่วยให้น้ำหนักไข่ดีขึ้นและช่วยเพิ่มสีของไข่แดงให้เข้มขึ้นได้ แต่อาจส่งผลต่อการกินอาหาร ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ การให้ผลิตไข่ลดลง นอกจากนี้การใช้โปรตีนทางเลือกจากใบหม่อน (T3) ทดแทนกากถั่วเหลืองบางส่วนในสูตรอาหารไก่ไข่ สามารถช่วยให้การกินอาหาร น้ำหนักเปลือกไข่ และสีของไข่แดงเพิ่มขึ้น แต่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่และการให้ผลิตไข่ลดลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ สกลนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ใบหม่อน

References

Abu, E. S. (2019). Review on the role of enzyme supplementation on egg production performance of layer. *International Journal of Animal Husbandry and Veterinary Science, 4*(5)*,* 25-36.

Abou-Elezz, F. M. K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., & Solorio-Sanchez, F. (2011). Nutritional effects of dietary inclusion of *Leucaena leucocephala* and *Moringa oleifera* leaf meal on Rhode Island Red hens'performance. *Cuban Journal of Agricultural Science*, *45*(2), 163-169.

Al-Kirshi, R., Alimon, A., Zulkifli, I., Atefeh, S., Zahari, M. W., & Ivan, M. (2013). Nutrient digestibility of mulberry leaves (*Morus alba*). *Italian Journal of Animal Science*, *12*(2). doi: 10.4081/ijas.2013.e36

Batiha, G. E. S., Al-Snafi, A. E., Thuwaini, M. M., Teibo, J. O., Shaheen, H. M., Akomolafe, A. P., Teibo, T. K. A., Al-Kuraishy, H. M., Al-Garbeeb, A. I., Alexiou, A., & Papadakis, M. (2023). *Morus alba*: a comprehensive phytochemical and pharmacological review. *Naunyn Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, *396*(7), 1399–1413. doi: 10.1007/s00210-023-02434-4

De Angelis, A., Gasco, L., Parisi, G., & Danieli, P. P. (2021). A multipurpose leguminous plant for the mediterranean countries: *Leucaena leucocephala* as an alternative protein source: a review. *Animals*, *11*(8), 2230. doi: 10.3390/ani11082230

Espinosa, C. D., Oliveira, M. S. F., Htoo, J. K., & Stein, H. H. (2021). Concentrations of digestible amino acids in co-products from threonine and tryptophan fermentation are greater than in soybean meal. *Animal Feed Science and Technology*, *277*, 114948. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2021.114948

Gauthankar, M., Khandeparker, R., Shivaramu, M. S., Salkar, K., Sreepada, R. A., & Paingankar, M. (2021). Comparative assessment of amino acids composition in two types of marine fish silage. *Scientific Reports*, *11*(1), 15235. doi: 10.1038/s41598-021-93884-4

Islam, M., Nahar, T. N., & Islam, M. R. (1995). Productivity and nutritive value of *Leucaena leucocephala* for ruminant nutrition-review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *8*(3), 213-217.

Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P. F., Acamovic, T., & Sparks, N. H. C. (2006). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British Poultry Science*, *47*(5), 561-566. doi: 10.1080/00071660600962976

Khajarern, S., & Khajarern, J. M. (2017). *Feeds and feeding nonruminants* (3nd ed.). Khon Kaen, Thailand: Khon Kaen University. (in Thai)

Kjos, N. P., Herstad, O., Skrede, A., & Øverland, M. (2001). Effects of dietary fish silage and fish fat on performance and egg quality of laying hens. *Canadian Journal of Animal Science*, *81*(2), 245-251. doi: 10.4141/A00-086

Ledvinka, Z., Zita, L., & Klesalová, L. (2012). Egg quality and some factors influencing it: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, *43*(1), 46-52.

Machii, H., & Katagiri, K. (1991). Varietal differences in nutritive values of mulberry leaves for rearing silkworms. *The Japan Agricultural Research Quarterly, 25*, 202- 208.

Mohammed Beski, S. S. (2015). *Physiological responses of broiler chickens to dietary high-quality proteins.* (Doctoral dissertation). Sydney, Australia: University of New England.

Nutrient Requirements Council (NRC). (1994). *Nutrient requirements of poultry* (9th ed.). Washington, D. C., United States: National Academy Press.

Okrathok, S., Pasri, P., Thongkratok, R., Molee, W., & Khempaka, S. (2018). Effects of cassava pulp fermented with *Aspergillus oryzae* as a feed ingredient substitution in laying hen diets. *Journal of Applied Poultry Research*, *27*(2), 188-197. doi: 10.3382/japr/pfx057

Ramírez, J. C. R., Ibarra, J. I., Romero, F. A., Ulloa, P. R., Ulloa, J. A., Matsumoto, K. S., Cordoba, B. V., & Manzano, M. Á. M.

(2013). Preparation of biological fish silage and its effect on the performance and meat quality characteristics of quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *56*(6), 1002 – 1010. doi: 10.1590/S1516-89132013000600016

Ramteke, R., Doneria, R., & Gendley, M. K. (2019). Antinutritional factors in feed and fodder used for livestock and poultry feeding. *Acta Scientific Nutritional Health*, *3*(5), 39-48.

Statistical Analysis System (SAS) . (1996). *User's guide: statistic, version 6* (12th ed.). North Carolina, United States: SAS Inst. Inc.

Ter Meulen, U., Struck, S., Schulke, E., & El Harith, E. A. (1979). A review on the nutritive value and toxic aspects of *Leucaena leucocephala*. *Tropical Animal Health and Production*, *4*(2). 113-126.

The Working Committee of Thai Feeding Standard for Ruminant (WTSR). (2010). *Nutrient requirement of beef cattle in Indochinese Peninsula*. Khon Kaen, Thailand: Klungnanavitthaya Press.

Thip-uten, S., Uaegingpetch, W., Kodthum, S., Phaitam, P., Lewaree, S., & Thip-uten, T. (2019). Production and egg quality of Phuphan black bone chicken. *Khon Kaen Agriculture Journal*, *47*(Suppl. 2), 627-634. (in Thai)

Thip-uten, S., Wongjiratthiti, A., & Thip-uten, T. (unpublish). *Effects of feeding different levels of fish waste silage with cassava pulp on growth performance, blood chemical, carcass traits, duck meat chemical composition and cost of production*. (Report project) Sakon Nakhon, Thailand: Sakon Nakhon Rajabhat University. (in Thai)

Zapata-Campos, C**.**C., García-Martínez, J. E., Salinas-Chavira, J., Ascacio-Valdés, J. A., Medina-Morales, M. A., & Mellado, M. (2020). Chemical composition and nutritional value of leaves and pods of *Leucaena leucocephala*, *Prosopis laevigata* and *Acacia farnesiana* in a xerophilous shrubland. *Emirates Journal of Food and Agriculture, 32*(10), 723-730. doi: 10.9755/ejfa.2020.v32.i10.2148

Research article

Effect of partial replacement of soybean meal with alternative protein sources in diets laying hens

Suwit Thip-uten[1*] Tharadol Jitjak[1] Jakkapat Prachachit[1] Tarika Thip-uten[2] Niphaphon Wongsida[1] Thanawat Promsang[1] Jirasak Senanikhom[1] Boripat Luangpramol[1] Kowit Patcharabudsarakumkul[3] Sayan Subepang[4] and Chaiyapruek Hongladdaporn[5]

[1]*Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Mueang Sakon Nakhon District, Sakon Nakhon Province, Thailand 47000*
[2]*Department of Fishery Science, Faculty of Agricultural Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Mueang Sakon Nakhon District, Sakon Nakhon Province, Thailand 47000*
[3]*Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Mueang Sakon Nakhon District, Sakon Nakhon Province, Thailand 47000*
[4]*Department of Agricultural Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University, Mueang Sisaket District, Sisaket Province, Thailand 33000*
[5]*Department of Animal Science, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Mueang Loei District, Loei Province, Thailand 42000*

ARTICLE INFO

Article history
Received: 7 August 2024
Revised: 19 September 2024
Accepted: 16 October 2024
Online published: 24 October 2024

Keyword
Liquid fish waste silage
Cassava pulp
Leucaena leaves
Mulberry leaf
Egg quality

ABSTRACT

The rising cost of conventional protein feed sources for livestock has become a significant challenge. If cheaper alternative protein sources can be used without affecting egg production and quality, it could provide a valuable option for poultry farmers. This study aimed to evaluate the effect of different alternative protein sources on egg production and quality. A completely randomized design was used in this experiment, involving 120 Hy-Line Brown laying hens aged 23 weeks. The hens were divided into four treatment groups, with three replicates of 10 hens per group. The experimental diets included four different protein sources: soybean meal (control, T1) fermented fish residue with cassava pulp (T2), mulberry leaves (T3), and Leucaena leaves (T4), respectively. Feed and water were provided ad libitum for 60 days. The results indicated that protein sources had a statistically significant effect ($P < 0.05$) on feed intake, feed conversion ratio (FCR) per kilogram of egg, egg production, egg weight, eggshell weight, and yolk color score. T1 had the highest feed intake (118.89 g/hen/day), while T4 had the lowest feed intake (104.74 g/hen/day). FCR was the lowest in T1 (2.97), while T2 was the highest (3.57). The highest egg production occurred in T1 (70 %), while T2 had the least egg production (53.36 %). T1 and T4 egg weights were higher than T2 and T3. In T1 and T3 eggshell weights were higher than T4 and T2. T4 had the darkest yolk color (7.05 score), while T1 had the lightest yolk color (4.61 score). However, non-significant differences ($P > 0.05$) were observed in eggshell thickness, Haugh unit, yolk weight, or albumen weight. In conclusion, alternative protein sources from leucaena leaves (T4) can be used to partially replace soybean meal in laying hen feed formula, which can help improve egg weight and enhance the color of darker yolks. Still, they may affect feed intake, egg weight, FCR, and egg production.

[*]Corresponding author
E–mail address: suwit@snru.ac.th (S. Thip-uten)
Online print: 24 October 2024 Copyright © 2024. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2024.44