



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

บทความวิจัย

ผลของการใช้ใช้น้ำ (*Wolffia spp.*) เป็นแหล่งวัตถุดิบทางเลือกในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตคุณภาพฟองไข่และค่าโลหิตวิทยาของไก่ไข่

พุทธพร พุ่มโรจน์¹ ชุตินา จันทรสวาท¹ วุฒิชัย แซ่ลี¹ ชัยพลฤกษ์ หงษ์ลัดดาพร² สุขสันต์ ขำคง¹ และนิชนันท์ ชูเกิด^{1*}

¹สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี ประเทศไทย 70150

²สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย อำเภอเมือง จังหวัดเลย ประเทศไทย 42000

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
Article history รับ: 14 มิถุนายน 2568 แก้ไข: 22 สิงหาคม 2568 ตอบรับการตีพิมพ์: 14 ตุลาคม 2568 ตีพิมพ์ออนไลน์: 29 ธันวาคม 2568 คำสำคัญ ใช้น้ำผง สมรรถนะการผลิตไข่ คุณภาพไข่ ค่าโลหิตวิทยา ไก่ไข่	การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ใช้น้ำผงเป็นวัตถุดิบในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่ไข่ พันธุ์โลมาน บราวน์ (Lohmann Brown) เพศเมีย อายุ 25 สัปดาห์ จำนวน 48 ตัว ทำการแบ่งกลุ่มสัตว์ทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ตัว อาหารทดลอง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม negative control กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม positive control ใช้ข้าวโพดเป็นวัตถุดิบหลัก กลุ่มที่ 3 กลุ่มเสริมใช้น้ำ 1.5 % กลุ่มที่ 4 กลุ่มเสริมใช้น้ำ 3 % ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design : CRD) โดยไก่ในทุกตัวจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ตลอดการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า การเสริมใช้น้ำผงไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตไข่ โดยอัตราการให้ผลผลิตไข่อยู่ในช่วง 88.89–97.22 % ($p>0.05$) สำหรับปริมาณการกินอาหาร กลุ่มที่เสริมใช้น้ำผง 3 % มีปริมาณการกินสูงสุด ($p>0.05$) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (FCR) อยู่ในช่วง 2.06–2.12 ($p>0.05$) และน้ำหนักไข่เฉลี่ยกลุ่มที่เสริมใช้น้ำผง 1.5 % สูงสุดที่ 64.88 กรัม/ฟอง ($p>0.05$) ในขณะที่มวลไข่และน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่า Haugh unit อยู่ในช่วง 70–86 % ($p>0.05$) เส้นผ่านศูนย์กลางไข่แดงของกลุ่ม negative control (T1) ต่ำสุดที่ 26.45 mm ($p=0.0078$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่เสริมใช้น้ำผง (37–41 mm) ในขณะที่น้ำหนักไข่แดงและไข่ขาวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับสีไข่แดงพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เสริมใช้น้ำผง 3 % ค่า packed Cell Volume (PCV) ของไก่ไข่ อยู่ในช่วง 27.76–29.52 % ($p>0.05$) และ red blood cell (RBC) ในกลุ่มที่เสริมใช้น้ำผง 1.5 % มีค่าที่สูงสุดที่ 2.9×10^6 cell/ μ L ($p=0.0409$) ในขณะที่ white blood cell (WBC) อยู่ในช่วง 11.65 – 13.15×10^3 cell/ μ L ($p>0.05$) จากการศึกษาสรุปได้ว่าการใช้ใช้น้ำผงในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 1.5 % และ 3 % สามารถใช้ได้โดยไม่กระทบต่อสมรรถนะการผลิตไข่และคุณภาพไข่

บทนำ

ไข่ไก่เป็นอาหารชนิดหนึ่งที่มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยผู้บริโภคมีความนิยมบริโภคไข่ไก่ที่มีสีของไข่แดงที่เข้ม ดังนั้นความเข้มสีไข่แดงจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกซื้อ ผู้ผลิตจึงต้องมีการปรับปรุงให้สีของไข่แดงเข้มขึ้น โดยใช้วัตถุดิบชนิดต่าง ๆ เพื่อเป็นแหล่งสารสีในอาหารไก่ไข่ไม่ว่าจะเป็นสารสีสังเคราะห์ เช่น β -apo-8'-carotenal สามารถใช้ในอาหารไก่ไข่เพื่อเพิ่มสีไข่แดงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในรูป β -apo-8'-carotenol ให้สีใกล้เคียงกับ canthaxanthin และ β -apo-8'-carotenol acid ethyl ester (β -apo-8'-ester) ให้สีเข้มกว่าและมีประสิทธิภาพสูงกว่า สามารถใช้เป็นสารสีหลักในอาหารไก่ไข่ (European Food Safety Authority (EFSA), 2009) หรือสารสีที่ได้มาจากวัตถุดิบธรรมชาติ เช่น ข้าวโพด พริก ใบกระถิน กลีบดอกดาวเรือง และ

สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว เป็นต้น ประกอบกับต้นทุนในการเลี้ยงสัตว์ส่วนใหญ่เป็นต้นทุนด้านอาหารสัตว์ ซึ่งราคาของวัตถุดิบอาหารมีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ปลาป่น และกากถั่วเหลือง เป็นต้น ดังนั้นการใช้วัตถุดิบแหล่งโปรตีนที่สามารถผลิตได้เองภายในประเทศและมีราคาถูก (Chantiratikul et al., 2010a) เพื่อลดต้นทุนด้านอาหาร ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตสัตว์ อีกทั้งปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สัตว์ที่ปลอดภัยและคำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์กันมากยิ่งขึ้น (Nulla-ong et al., 2021) จึงเป็นแนวทางที่ในการลดการพึ่งพาการใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์จากต่างประเทศด้วย (Chantiratikul et al., 2010c)

ผ้าหรือใช้น้ำ เป็นพืชที่ขึ้นเองตามธรรมชาติ เป็นผักพื้นบ้านที่มีรสชาติดมื่น ชื่อเรียกภาษาท้องถิ่นว่า ผ่า ไข่ผ่า หรือใช้น้ำ

*Corresponding author

E-mail address: Nitchananchu@mcruc.ac.th (N. Chukerd)

Online print: 29 December 2025 Copyright © 2025. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2025.26>

เป็นพรรณไม้น้ำประเภทลอยน้ำขนาดเล็กในวงศ์ Lemnaceae พบในแหล่งหนองบึงหรือแหล่งน้ำขัง รูปร่างเป็นเม็ดสีเขียวกลมหรือเกือบกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5-1.5 มิลลิเมตร ไม่มีราก จัดเป็นพืชน้ำลอยขนาดเล็กที่สุดที่มีรายงาน มีปริมาณโปรตีน (crude protein) ประมาณ 30-45 % ของน้ำหนักแห้ง (Dry matter) มีกรดอะมิโนจำเป็น (Essential amino acids) เช่น โลซีน เมไทโอนีน และทรีโอนีน ในระดับที่เหมาะสม (Appenroth et al., 2018) มีกรดไขมันจำเป็น เช่น โอเมก้า-3 (α -linolenic acid) และ โอเมก้า-6 (linoleic acid) ที่สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพของไข่ เช่น เป็นส่วนประกอบของไขมันในไข่แดงมีประโยชน์ต่อผู้บริโภค นอกจากนี้ยังมีวิตามิน กลุ่มวิตามิน A (จากแคโรทีนอยด์) วิตามิน B-complex เช่น วิตามิน B1 B2 B6 และ ไนอาซิน วิตามิน E ที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ และส่งเสริมภูมิคุ้มกันให้กับสัตว์ แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ปริมาณ 699.5 ไมโครกรัม/กรัม (Xu et al., 2021) โดยเฉพาะลูทีน (Lutein) และ ซีแซนทีน (Zeaxanthin) ช่วยเพิ่มสีไข่แดง ทำให้มีสีเข้มขึ้นตามธรรมชาติ โดยไม่ต้องใช้สังเคราะห์ และกลุ่มของแร่ธาตุแคลเซียม (Ca) ฟอสฟอรัส (P) ธาตุเหล็ก (Fe) และแมกนีเซียม (Mg) ที่ช่วยในการสร้างเปลือกไข่อีกด้วย โดยค่าโปรตีนใกล้เคียงกับถั่วเหลือง แต่ปริมาณโปรตีนอาจจะไม่คงที่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่อาศัย (Chantiratikul, et al., 2010b)

การนำไข่ไก่ไปเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์นี้ ถือเป็นการเพิ่มปริมาณโปรตีนให้เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ได้ โดยใช้เป็นอาหารเสริมหรือเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์ ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตแล้ว ยังเป็นการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้งยังสนับสนุนแหล่งให้โปรตีนคุณภาพดีในท้องถิ่นด้วย (Thongkham, 2019) จากการศึกษาของ Chantiratikul et al. (2010a) ใช้แหล่งโปรตีนจากไข่ไก่ (*Wolffia globosa*) แทนแหล่งโปรตีนจากกากถั่วเหลืองในอาหารไก่เนื้อเพื่อประเมินผลสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซาก โดยแทนที่โปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยโปรตีนจากไข่ไก่ในระดับ 0 25 50 และ 75 % ผลการทดลองพบว่ากลุ่มควบคุมมีการกินอาหาร การเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และคุณภาพซากดีกว่ากลุ่มที่ได้รับไข่ไก่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ขณะที่สีผิวหนังของไก่เนื้อเพิ่มขึ้นตามระดับการแทนที่ สรุปได้ว่าไม่ควรแทนที่โปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยโปรตีนจากไข่ไก่เกิน 25 % ในอาหารไก่เนื้อ สอดคล้องกับ Chantiratikul et al. (2010c) ที่ศึกษาผลของการทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลือง (SBM) ด้วยโปรตีนจากไข่ไก่ (*Wolffia globosa*) ต่อสมรรถนะและคุณภาพซากของนกกระทาญี่ปุ่น โดยแทนที่โปรตีนจากกากถั่วเหลืองด้วยโปรตีนจากไข่ไก่ ที่ระดับ 0 25 50 และ 75 % ผลการทดลองพบว่าปริมาณอาหารที่กินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อทดแทนเกิน 50 % ขณะที่ประสิทธิภาพการใช้อาหาร สมรรถนะการผลิต และคุณภาพซากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สีผิวเพิ่มขึ้นตามระดับการทดแทน ซึ่งจากการทดลองสรุปได้ว่าสามารถใช้โปรตีนจากไข่ไก่ทดแทนโปรตีนจากกากถั่วเหลืองได้ถึง 50 % ในอาหารนกกระทาญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังพบว่าพืชตระกูลเดียวกันกับไข่ไก่ เช่น แหน มีส่วนช่วยเพิ่มสีไข่แดง เนื่องจากมีแคโรทีนอยด์สูง จากการศึกษาของ Akter et al. (2011) ที่ใช้แหน (*Lemna minor* L.) เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารไก่ไข่ได้สูงถึง

13 % โดยไม่กระทบต่อผลผลิตไข่และคุณภาพไข่ ถือเป็นแหล่งอาหารโปรตีนทางเลือกที่ช่วยสามารถลดการใช้กากถั่วเหลืองได้ Suppadit et al. (2012) ศึกษาการใช้ *Wolffia arrhiza* meal แทนกากถั่วเหลืองในอาหารนกกระทาญี่ปุ่นไข่ พบว่าสามารถใช้ได้โดยไม่กระทบต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพไข่ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มสีไข่แดงแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ *Wolffia arrhiza* ในการเป็นแหล่งโปรตีนทางเลือก ในขณะที่มีการศึกษาของ Zakaria & Shammout (2018) ศึกษาการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วย *Lemna gibba* meal ซึ่งเป็นพืชตระกูลเดียวกับไข่ไก่ ที่ระดับ 10 % และ 20 % ในอาหารไก่ไข่ ผลการทดลองพบว่า การทดแทนกากถั่วเหลือง ด้วย *Lemna gibba* meal ที่ระดับ 20 % ทำให้การกินอาหาร อัตราการให้ไข่ และมวลไข่ลดลง ($p < 0.05$) ซึ่งการทดแทนที่ 10 % ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพไข่ สีไข่แดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่การแทนที่สูงทำให้พบจุดเลือดในไข่มากขึ้น การใช้ *Lemna gibba* meal ได้ผลดีในระดับ ≤ 10 % แต่ระดับสูงกว่านี้อาจมีผลลบต่อผลผลิต (Zakaria & Shammout, 2018)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดนำไข่ไก่มาใช้ในสูตรอาหารไก่ไข่ โดยเมื่อคิดเป็นส่วนร่วมกับกากถั่วเหลืองอยู่ระหว่าง 10-20 % เพื่อศึกษาการใช้ไข่ไก่เป็นแหล่งวัตถุดิบทดแทนในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิต คุณภาพฟองไข่ และค่าโลหิตวิทยา ซึ่งข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกเสริมในอาหารสัตว์ปีก และการศึกษาในด้านการใช้เป็นแหล่งโปรตีนทางเลือกเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ปีกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

สัตว์ทดลองและอาหารทดลอง

งานทดลองใช้ไก่ไข่พันธุ์โลมาน บราวน์ (Lohmann Brown) อายุ 25 สัปดาห์ ที่มีความสมบูรณ์ของร่างกายและลักษณะประจำพันธุ์ เริ่มต้นการทดลองสม่ำเสมอ จำนวน 48 ตัว มีการดำเนินการขออนุญาตใช้สัตว์ทดลอง เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ทดลอง เลขที่ AS6607004 แบ่งกลุ่มไก่ไข่ออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 4 ตัว ทดลองในโรงเรือนเปิด จากนั้นให้ไก่ไข่ทุกกลุ่มได้รับอาหารในแต่ละทริทเมนต์ ตามแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD)

เตรียมผงไข่ไก่โดยเก็บไข่ไก่สดจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ล้างทำความสะอาดไข่ น้ำสด และนำมาตากแดดโดยใช้อุณหภูมิของแสงอาทิตย์ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 38 - 42 °C ช่วงเวลา 10.00 น. ถึง 15.00 น. เพื่อให้ไข่แห้งออก จากนั้นอบไข่ไก่ให้แห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 °C นาน 6 ชั่วโมง และนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด โดยสามารถร่อนผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 2 มิลลิเมตร ทำการประกอบสูตรอาหารให้มีระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ โปรตีน และโภชนาที่จำเป็น เทียบเคียงกับความต้องการของสัตว์ปีก ตามคำแนะนำของ National Research Council (NRC) (1994) สุ่มไข่ไก่ให้กินอาหารทดลองสูตรใดสูตรหนึ่งจากอาหารทดลองผสมเองจำนวน 4 สูตร ดังแสดงใน Table 1 ดังนี้

กลุ่มที่ 1 (T1) สูตรไม่มีแหล่งของสารสีจากข้าวโพด (negative control) ใช้มันสำปะหลัง เป็นวัตถุดิบพื้นฐานแหล่งพลังงาน

กลุ่มที่ 2 (T2) สูตรควบคุม (positive control) ใช้ข้าวโพด

ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และกากถั่วเหลือง เป็นวัตถุดิบหลักในสูตร
 กลุ่มที่ 3 (T3) อาหารสูตรมันสำปะหลัง และใช้ผงไข่
 1.5 % ในสูตร
 กลุ่มที่ 4 (T4) อาหารสูตรมันสำปะหลัง และใช้ผงไข่
 3 % ในสูตร
 การให้อาหารทดลองจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือระยะปรับ
 พื้นฐาน และระยะทำการทดลอง โดยตลอดการทดลองให้ไก่ได้รับอาหาร
 และน้ำดื่มอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) โดยการทดลอง ช่วงที่ 1 ระยะปรับ

พื้นฐาน เป็นระยะที่ให้อาหารไก่ไข่ ก่อนการทดลองเพื่อปรับระดับสีของ
 ไข่แดง ให้ใกล้เคียงเป็นเวลา 10 วัน โดยชั่งน้ำหนักตัวของไก่ไข่ในวันแรก
 ก่อนให้อาหารทดลอง จัดไก่เข้ากรงตับ ช่องละ 2 ตัว เลี้ยงไก่ไข่โดยใช้
 อาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 17 % และช่วงที่ 2 ระยะ
 ทำการทดลอง เป็นระยะที่ให้อาหารทดลองในไก่ไข่เป็นเวลา 4 สัปดาห์
 และทำการเก็บไข่เพื่อมาวิเคราะห์คุณภาพสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เลี้ยงไก่ไข่
 โดยใช้อาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ดำเนินงานทดลองทั้งหมด 28 วัน ซึ่งรวม
 ระยะเวลาของไก่ที่ได้รับอาหารทดลอง รวม 38 วัน

Table 1 The raw material composition and nutritional value of experimental diets

Item	Treatment			
	T1 (Negative control)	T2 (Control)	T3 (1.5% Wolffia meal added)	T4 (3% Wolffia meal added)
Raw material (kg/100 kg)				
Corn meal	-	45.45	-	-
Broken rice meal	12	-	10	10
Cassava chip meal	34	5	34.5	34.5
Wolffia meal*	-	-	1.5	3
Rice bran meal	10	10	10.5	10
Soybean meal, 44%CP	21	18.6	21	20
Full fat Soy, 38% CP	6.5	4.5	6	6
Fish meal, 58% CP	5	5	5	5
Soy oil	1.3	1.25	1.3	1.3
Dicalcium Phosphate, 18% P	0.9	0.75	0.9	0.9
CaCO ₃	8.3	8.45	8.3	8.3
NaCl	0.3	0.3	0.3	0.3
DL-Methionine, 98%	0.2	0.2	0.2	0.2
Premix (Vit-Min)	0.5	0.5	0.5	0.5
Total	100	100	100	100
Nutritional value, % (Calculated)				
Protein	17	17	17	17
Lysine	0.78	0.78	0.78	0.78
Methionine	0.4	0.4	0.4	0.4
Met + Cys	0.67	0.67	0.67	0.67
Tryptophan	0.18	0.18	0.18	0.18
Threonine	0.57	0.57	0.57	0.57
Metabolizable energy, Kcal/kg	2,800	2,800	2,800	2,800
Fat	3	3	3	3
Linoleic acid (C18:2)	1.5	1.5	1.5	1.5
Calcium	3.8	3.8	3.8	3.8
Phosphorus, Avail.	0.35	0.35	0.35	0.35
Fiber	5	5	5	5

* Based on the analysis of Wolffia meal using the Kjeldahl method, the crude protein content was determined to be 31.37%.

การบันทึกข้อมูล

บันทึกน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มการทดลอง และบันทึกน้ำหนักตัว
 ทุก ๆ 14 วัน ตลอดการทดลอง บันทึกปริมาณอาหารที่แม่ไก่กิน
 ตลอดการทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนักที่ให้และอาหารที่เหลือทุกวัน
 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ บันทึกปริมาณ
 ผลผลิตไข่ในแต่ละวันของทุกหน่วยการทดลอง บันทึกน้ำหนักไข่ และ
 ทำการตรวจวัดคุณภาพไข่สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยทำการเก็บไข่ทุกฟอง
 ในแต่ละเช้า เพื่อวิเคราะห์คุณภาพไข่ ตามวิธีของ Aryee et al. (2020)
 โดยมีการจัดบันทึกข้อมูลดังนี้ บันทึกน้ำหนักฟองไข่ ความยาวฟองไข่

ความกว้างฟองไข่ ความกว้างไข่ขาว ความยาวไข่ขาว เส้นผ่าน
 ศูนย์กลางไข่แดง ความสูงไข่แดง ค่าฮอกก์ยูนิต (Haugh unit) น้ำหนัก
 ไข่แดง น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักเปลือกไขรวมเยื่อหุ้มไข่ วัดสีไข่แดง ก่อน
 เริ่มการทดลอง หลังจากทดลอง 14 วัน และหลังจากทดลองครบ 28
 วัน โดยบันทึกค่าสี $L^*a^*b^*$ ซึ่ง $L^*a^*b^*$ คือ สัญลักษณ์ของหน่วยวัดสี
 ค่าแกน L^* บ่งบอกถึงความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย 0 คือ สีดำ
 และ 100 คือสีขาว ค่าแกน a^* บรรยายแกนสีจากสีเขียว ($-a^*$) จนถึง
 สีแดง ($+a^*$) และค่าแกน b^* บรรยายแกนสี จากสีน้ำเงิน ($-b^*$) จนถึง
 สีเหลือง ($+b^*$) ตามลำดับ วัดค่าสีของไข่แดง โดยใช้พัดสี (Yolk color

fan) และ การใช้เครื่อง Miniscan ZE (HunterLab, USA) และจดบันทึกค่าที่ได้ ทำการเก็บตัวอย่างเลือดก่อนทดลอง หลังทดลอง 14 วัน และหลังการทดลอง 28 วัน โดยสุ่มเจาะเลือดไก่ทุกกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองละ 3 ตัวที่เส้นเลือดดำบริเวณปีก (Wing vein) โดยใช้สาลิซุบแอลกอฮอล์เช็ดตรงบริเวณที่ทำการเจาะเส้นเลือด โดยใช้เข็มขนาด 0.8x25 มิลลิเมตร ค่อย ๆ ดูดเข้ากระบอกฉีดยาอย่างช้า ๆ จนได้จำนวน 1 มิลลิลิตร นำเลือดใส่หลอดขนาด 2 มิลลิเมตร โดยในหลอดบรรจุ 20 % ethyl diamine tetra acetic acid (EDTA) จำนวน 20 ไมโครลิตร (μ l) เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด หลังจากนั้นนำหลอดเก็บตัวอย่างเลือด เก็บในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งอยู่ นำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 °C เพื่อวิเคราะห์หาค่า red blood cell (RBC) ค่า white blood cells (WBC) และค่า packed cell volume (PCV) ตามวิธีของ Abdulazeez et al. (2016)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบหลายช่วงของ Duncan (Duncan's new multiple range test) ตามวิธีของ Steel & Torrie (1980)

ผลและวิจารณ์การวิจัย

สมรรถนะการผลิต

ผลการทดลองพบว่าการใช้ใช้น้ำผงในอาหารไก่ไข่ตลอดระยะเวลา 28 วัน ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตโดยรวมอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) การเสริมใช้น้ำผงในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 1.5 และ 3 % ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการให้ผลผลิตไข่โดยรวมตลอดระยะเวลา 28 วันของการทดลอง โดยมีค่าอัตราการให้ผลผลิตเฉลี่ย (Hen-day production) อยู่ระหว่าง 88.89–97.22 % ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งในช่วง 1-14 วันและ 15-28 วันของการทดลอง แสดงให้เห็นว่าการเสริมใช้น้ำในระดับดังกล่าวไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถนะการผลิตไข่ของแม่ไก่ภายใต้สภาพการทดลองนี้ สำหรับปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยต่อวันมีแนวโน้มสูงที่สุดในกลุ่มที่ได้รับการเสริมใช้น้ำ 3 % รองลงมาคือกลุ่มที่เสริม 1.5 % กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ไม่ได้เสริมข้าวโพด อย่างไรก็ตามไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกันกับค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (FCR) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 2.06–2.12 ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) บ่งชี้ให้เห็นว่าการใช้น้ำไม่กระทบต่อประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารของแม่ไก่ น้ำหนักไข่เฉลี่ยและมวลไข่ตลอดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยกลุ่มที่เสริมใช้น้ำ 1.5 % มีน้ำหนักไข่เฉลี่ยสูงสุด (64.88 กรัม/ฟอง) ในขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้เสริมข้าวโพด (Negative control) มีมวลไข่เฉลี่ยสูงสุด (59.25 กรัม/ตัว/วัน) ส่วนการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวตลอดการทดลองไม่พบความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มเช่นเดียวกัน ($p>0.05$) ถึงแม้ว่ากลุ่มควบคุมจะมีค่าน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ โดยสรุป ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสามารถเสริมใช้น้ำผงในสูตรอาหารไก่ไข่ได้ในระดับไม่เกิน 3 % โดยไม่กระทบต่อสมรรถนะการผลิต การใช้ประโยชน์จากอาหาร น้ำหนักไข่ มวลไข่ และน้ำหนักตัวของแม่ไก่ (Table 2)

Table 2 Effect of Wolffia meal (*Wolffia* spp.) in the diets on egg performance of laying hens

Item	Treatment				SEM	P-value
	T1 (Negative control)	T2 (Control)	T3 (1.5% Wolffia meal added)	T4 (3% Wolffia meal added)		
Egg production (Hen-day), %						
1-14 day	95.83	88.69	86.90	88.10	2.98	0.7218
15-28 day	98.72	90.38	91.03	94.87	2.62	0.7177
1-28 day	97.22	89.51	88.89	91.36	2.70	0.7466
Feed intake, g/hen/day						
1-14 day	127.7	110.89	122.7	120.02	3.08	0.2934
15-28 day	119.15	113.49	112.89	116.25	1.65	0.5829
1-28 day	123.86	112.19	117.8	118.14	2.09	0.3422
Feed conversion per kg egg (FCR)						
1-14 day	2.12	2.07	2.19	2.19	0.07	0.8891
15-28 day	2	2.17	2.02	2.03	0.06	0.6771
1-28 day	2.06	2.12	2.1	2.11	0.05	0.9623
Egg weight, g/egg						
1-14 day	62.6	60.36	64.57	62.68	0.79	0.3304
15-28 day	63.84	62.27	65.2	64.96	0.57	0.2673
1-28 day	63.2	61.29	64.88	63.82	0.66	0.2971
Egg mass, g/hen/d						
1-14 day	59.99	53.53	56.11	55.21	2.23	0.8217
15-28 day	58.52	52.26	55.11	57.23	2.77	0.4288
1-28 day	59.25	52.9	55.61	56.22	1.94	0.7764
Average body weight, g/hen						
Initial weight, g	1716	1804	1739	1755	85.24	0.0940
Final body weight change, g/ hen	92.17	144.33	64	133.67	17.29	0.3600

การใช้ใช้น้ำผงในงานทดลองมีวัตถุประสงค์เป็นตัวช่วยเสริมสมรรถนะการผลิต คุณภาพไข่ โดยไม่มีวัตถุประสงค์หลักเป็นโภชนะหลัก ในสูตรอาหารพื้นฐานที่เลี้ยง ในงานทดลอง พบว่า การใช้ใช้น้ำผงที่ระดับ 1.5 % และ 3 % ให้ผลด้านสมรรถนะการผลิต ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม เมื่อเสริมใช้น้ำผงที่ 3 % มีแนวโน้มเพิ่มสมรรถนะการผลิต ได้แก่ ผลผลิตไข่ ปริมาณอาหารที่กิน การเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม น้ำหนักไข่ทั้งฟอง มวลไข่ จากงานทดลอง ไม่มีการใช้ยาปฏิชีวนะในระหว่างการดำเนินงานทดลอง และมีการทดลองในโรงเรือนระบบเปิด มีช่วงเวลางานทดลองสภาพแวดล้อมแปรปรวนแต่ยังสามารถลดการใช้ยาปฏิชีวนะในระหว่างการดำเนินงานทดลองได้ จากการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการวิจัยของ Rattanawut et al. (2017) ได้ทำการศึกษาทดสอบผลการเสริมใช้น้ำในอาหารต่อสมรรถภาพการให้ผลผลิตและสีไข่แดงของเป็ดไข่ ไข่ขาวที่ระดับ 0 0.5 1 และ 1.5 % ของอาหาร พบว่า การเสริมใช้น้ำในอาหารที่ระดับต่าง ๆ ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ มวลไข่ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นผลผลิตไข่ ($p>0.05$) และ Chantiratikul et al. (2010b) ศึกษาการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วย *Wolffia globosa* ในอาหารไก่ไข่ สามารถทดแทนได้ถึง 75 % โดยไม่กระทบต่ออัตราการให้ผลผลิตไข่ การทดแทน 100 % ทำให้การกินอาหารและการผลิตไข่ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า *Wolffia globosa* ช่วยเพิ่มสีไข่แดงเนื่องจากมีแคโรทีนอยด์สูง ดังนั้น จากการทดลองการใช้ใช้น้ำผงในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถนะการผลิตที่ระดับ 1.5 % และ 3 % ไม่ส่งผลกระทบในด้านลบต่อสมรรถนะการผลิต

คุณภาพฟองไข่

ผลการศึกษาการใช้ใช้น้ำผงในอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0 1.5 และ

3 % ตลอดการเลี้ยง 4 สัปดาห์ (28 วัน) ต่อคุณภาพฟองไข่ พบว่าค่า Haugh unit ของไข่ในทุกกลุ่มทดลอง (T1–T4) ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการทดลอง (0–28 วัน) อยู่ในช่วง 70–86 % ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งเป็นค่าบ่งชี้คุณภาพความสดใหม่ (Albumen quality) ไม่ได้รับผลกระทบจากการเสริมใช้น้ำ เส้นผ่านศูนย์กลางไข่แดง (yolk diameter) ไม่ต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นวันที่ 21 ของการทดลอง พบว่า กลุ่ม T1 (Negative control) (26.45 mm) มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น (T2 T3 T4 ~37–41 mm) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.0078$) ซึ่งการไม่ใช้ข้าวโพดในสูตรอาหารอาจทำให้ขนาดไข่แดงเล็กลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานและสูตรที่มีการใช้ใช้น้ำผงในสูตรอาหาร สำหรับน้ำหนักไข่แดง (Yolk weight) ทุกช่วงเวลากการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.6–16 กรัม/ฟอง ความสูงไข่ขาว (albumen height) ตลอดการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) อยู่ในช่วง 6.3–7.6 mm บ่งบอกว่าคุณภาพของไข่ขาวค่อนข้างสม่ำเสมอ สำหรับดัชนีไข่ขาว (albumen index) ในทุกช่วงเวลาของการทดลอง มีค่าไม่ต่างกัน ($p>0.05$) ยกเว้นในวันที่ 21 ของการทดลอง albumen index ของ T1 (12.72) มีค่าสูงกว่า กลุ่ม T2–T4 (8.12–9.49) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.0144$) ซึ่งบ่งชี้ว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริมข้าวโพดมีไข่ขาวชั้นกว่ากลุ่มทดลองที่มีการเสริมใช้น้ำผงที่ระดับ 1.5 และ 3 % เล็กน้อย สำหรับน้ำหนักเปลือกไข่ (shell weight) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตลอดการทดลอง ($p>0.05$) ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.7–8.1 กรัม/ฟอง ดังแสดงใน Table 3

Table 3 Effect of *Wolffia* meal (*Wolffia* spp.) in the diets on egg quality.

Item	Treatment				SEM	P-value
	T1 (Negative control)	T2 (Control)	T3 (1.5% <i>Wolffia</i> meal added)	T4 (3% <i>Wolffia</i> meal added)		
Haugh Unit (%)						
Initial	84.38	70.95	81.8	83.86	3.72	0.0981
After 7 days	85.56	82.69	81.41	85.9	4.06	0.7095
After 14 days	81.4	79.16	86.09	80.47	3.22	0.7932
After 21 days	79.94	78.12	80.32	80.8	2.35	0.4719
After 28 days	76.12	76.88	74.25	74.38	2.28	0.6513
Yolk diameter, mm.						
Initial	38.61	38.62	39.85	38.5	1.71	0.3709
After 7 days	40.38	40.51	39.31	39.32	1.94	0.6485
After 14 days	42.88	39.82	43.53	43.53	1.50	0.5837
After 21 days	26.45 ^b	41.01 ^a	40.95 ^a	37.33 ^a	3.15	0.0078
After 28 days	37.92	39.97	38.73	39.78	1.86	0.9009
Yolk weight, g						
Initial	14.38	13.8	14.28	12.75	0.61	0.1828
After 7 days	17.38	17.65	14.82	15.17	1.27	0.5842
After 14 days	14.59	13.63	14.9	14.98	0.50	0.5956
After 21 days	14.9	15.37	14.83	15.76	0.45	0.4019
After 28 days	14.99	15.59	14.96	16	0.44	0.3292
Albumen height, mm.						
Initial	7.25	7.34	6.83	7.08	0.30	0.0689
After 7 days	7.51	6.91	6.95	7.65	0.38	0.7052

Table 3 Effect of Wolffia meal (*Wolffia* spp.) in the diets on egg quality. (Cont.)

Item	Treatment				SEM	P-value
	T1 (Negative control)	T2 (Control)	T3 (1.5% Wolffia meal added)	T4 (3% Wolffia meal added)		
After 14 days	6.8	6.41	7.2	6.75	0.27	0.7136
After 21 days	6.61	6.28	6.59	6.29	0.22	0.3969
After 28 days	6.71	6.85	6.49	6.59	0.22	0.6929
Albumen width, mm.						
Initial	65.35	65.31	68.98	68.08	2.99	0.4459
After 7 days	68.4	67.19	72.37	69.86	3.39	0.7687
After 14 days	73.68	64.95	78.65	75.2	3.18	0.4471
After 21 days	48.25	75.85	77.34	73.33	3.71	0.1174
After 28 days	69.86	67.95	72.82	70.64	2.25	0.6104
Albumen length, mm						
Initial	80.95	80.89	83.49	83.75	4.13	0.4867
After 7 days	80.42	81.69	83.71	83.89	4.19	0.8839
After 14 days	84.22	78.7	92.53	88.15	3.16	0.9111
After 21 days	60.25	78.41	77.34	73.33	2.78	0.3640
After 28 days	82.16	84.9	86.25	85.98	2.64	0.7593
Albumen weight, g						
Initial	36.91	36.49	38.56	34.05	1.46	0.2679
After 7 days	36.88	36.78	40.37	40.06	1.98	0.8996
After 14 days	36.49	34.48	40.09	38.7	1.61	0.7175
After 21 days	37.1	35.38	38.15	36.67	1.06	0.4484
After 28 days	36.41	36.09	37.92	40.32	1.31	0.2581
Albumen index						
Initial	10.02	10.15	9	9.45	0.32	0.5506
After 7 days	10.17	9.37	9	10.05	0.22	0.1340
After 14 days	8.69	7.42	7.89	8.36	0.24	0.7883
After 21 days	12.72 ^a	8.2 ^b	9.49 ^b	8.12 ^b	0.55	0.0144
After 28 days	8.88	9.09	8.27	8.51	0.22	0.5346
Shell weight, g						
Initial	7.69	7.38	7.77	7.52	0.33	0.3058
After 7 days	7.35	7.31	7.8	7.42	0.36	0.7484
After 14 days	7.04	6.95	8.12	7.47	0.30	0.7287
After 21 days	7.23	6.74	6.78	7.6	0.28	0.1786
After 28 days	7.61	7.56	7.31	7.49	0.22	0.4475

^{a,b} Means in the same row with different superscript were significant different ($p < 0.05$), SEM = standard error of the mean.

การเสริมไข่น้ำผงในสูตรอาหารไก่ไข่ ส่งผลให้สีไข่แดงเข้มขึ้นกว่าสูตรที่ไม่มีข้าวโพด (T1) โดยเฉพาะในกลุ่มที่เสริมระดับ 3 % แต่ยังไม่สามารถให้ผลใกล้เคียงกับสูตรที่มีข้าวโพด (T2) ได้ ซึ่งมีค่าความเข้มของสีแดง (a*) สีเหลือง (b*) และคะแนนสีไข่แดงสูงที่สุดตลอดการทดลอง ผลดังกล่าวแสดงว่าไข่น้ำอาจมีสารสีธรรมชาติที่ช่วยเพิ่มสีไข่แดง ค่า L* (ความสว่าง) แสดงถึงความสว่างของสีไข่แดง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลา โดยเฉพาะวันที่ 14 ของการทดลอง ($p < 0.01$) และวันที่ 21 ($p < 0.05$) กลุ่มที่ไม่ได้เสริมข้าวโพด (T1) มีค่า L* สูงที่สุด (50.80) แสดงว่าไข่แดงมีสีเข้มกว่า ขณะที่กลุ่มที่เสริมไข่น้ำ 3 % (T4 = 47.46) และกลุ่มที่เสริมไข่น้ำผง 1.5 % (T3 = 49.03) มีค่าน้อยกว่า ส่วนกลุ่มควบคุมที่เสริมข้าวโพด (T2 = 45.84) มีค่าต่ำที่สุด ซึ่งสะท้อนว่าไข่แดงมีสีเข้มกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่วันที่ 28 ค่า L* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มการทดลอง ($p > 0.05$) สำหรับค่า a* (แกนสีเขียว–

แดง) ของไข่แดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญชัดเจน ($p < 0.01$) ในช่วงวันที่ 7–21 โดยกลุ่มควบคุมที่มีข้าวโพด (T2) มีค่า a* สูงสุดอย่างต่อเนื่อง (วันที่ 7 = 15.55 วันที่ 14 = 12.49 วันที่ 21 = 11.52) แสดงถึงความเข้มของสีแดงที่เด่นชัด ขณะที่กลุ่มอื่น ๆ โดยเฉพาะ T1 (ไม่มีข้าวโพด) และ T3–T4 (ไข่น้ำ 1.5–3 %) มีค่า a* บางช่วงมีค่าเป็นลบ ซึ่งบ่งบอกว่าไข่แดงออกไปทางสีเหลือง–เขียวมากกว่า อย่างไรก็ตาม ในวันที่ 28 ของการทดลอง ค่า a* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม ($p > 0.05$) นอกจากนี้ ค่า b* (แกนสีฟ้า–เหลือง) ที่แสดงความเข้มของสีเหลือง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 7–21 ของการทดลอง ($p < 0.01$) โดยกลุ่มควบคุมที่มีข้าวโพด (T2) มีค่า b* สูงที่สุดอย่างต่อเนื่อง (วันที่ 7 = 61.48 วันที่ 14 = 59.20 วันที่ 21 = 54.09) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมข้าวโพด (T1) และกลุ่มที่เสริมไข่น้ำ 1.5–3 % (T3 T4) ซึ่งมีค่าต่ำกว่า แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่วันที่ 28 ความแตกต่างของค่า b* ไม่แตกต่างอย่างมี

ซึ่งพืชวงศ์แหวนเป็ดจะมีใบดำแคโรทีน และแซนโทฟิลจึงสามารถใช้เป็นแหล่งสารสีในอาหารสัตว์ปีกได้ ดังนั้นจากการทดลองควรเพิ่มปริมาณผงไข่น้ำในอาหารไก่ไข่ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากงานทดลอง หรือการเสริมผงไข่น้ำในอาหารร่วมกับสารให้สีจากธรรมชาติตัวอื่นๆ เช่น ดาวเรือง ขมิ้น เพื่อไม่ให้ระดับไข่น้ำสูงเกินไปจนส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและการใช้ประโยชน์ได้ของไก่ชนะตัวอื่น ๆ

ค่าโลหิตวิทยา

ค่าพารามิเตอร์ทางโลหิตวิทยาที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ pack cell volume (PCV), red blood cell (RBC) และ white blood cell (WBC) พบว่าโดยรวม PCV ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มตลอดช่วงการทดลอง ($p>0.05$) ในขณะที่มีความแตกต่างทางสถิติในบางช่วงของการทดลอง โดยเฉพาะที่ค่าเริ่มต้น (initial) ของ RBC และ WBC และค่า RBC ในวันที่ 28 ของการทดลอง ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (PCV) ของแม่ไก่ไข่ ในช่วงเริ่มต้นการทดลอง กลุ่ม negative control (T1) มีค่าเฉลี่ย 28.36 % ขณะที่กลุ่มควบคุมที่มีข้าวโพดในสูตรอาหาร (T2) มีค่า 29.63 % กลุ่มที่เสริมไข่น้ำ 1.5 % (T3) มีค่า 31.11 % และกลุ่มที่เสริมไข่น้ำ 3 % (T4) มีค่า 29.43 % โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) เมื่อครบ 14 วัน ค่า PCV ของแต่ละกลุ่มอยู่ระหว่าง 29.79–33.92 % โดยกลุ่ม T3 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด (33.92 %) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 28 วัน ค่า PCV อยู่ในช่วง 27.76–29.52 % (T1=27.76 T2=29.52 T3=27.86 T4=28.08) ซึ่งยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงว่าการเสริมไข่น้ำไม่ส่งผลกระทบต่อความเข้มข้นของเลือดโดยรวม

จำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC) พบความแตกต่างที่น่าสนใจ โดยในช่วงเริ่มต้น กลุ่ม T2 มีค่า RBC สูงที่สุดที่ 2.99×10^6 cell/ μ L ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่ม T1 (1.87×10^6 cell/ μ L), T3 (2.28×10^6 cell/ μ L) และ T4 (2.03×10^6 cell/ μ L) ($p=0.0003$) แต่เมื่อครบ 14 วัน ค่า RBC ของทุกกลุ่มอยู่ใกล้เคียงกัน ในช่วง $1.67\text{--}1.9 \times 10^6$ cell/ μ L และไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 28 วัน พบว่ากลุ่ม T3 มีค่า RBC สูงที่สุดที่ 2.9×10^6 cell/ μ L ซึ่งแตกต่างจากกลุ่ม T1 (2.47×10^6 cell/ μ L) และ T4 (2.52×10^6 cell/ μ L) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.0409$) ในขณะที่จำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) พบความแตกต่างที่ช่วงเริ่มต้นของการทดลอง โดยกลุ่ม T3 มีค่า WBC สูงที่สุดที่ 21.47×10^3 cell/ μ L ซึ่งสูงกว่ากลุ่ม T1 (14.7×10^3 cell/ μ L) และ T4 (14×10^3 cell/ μ L) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ในขณะที่กลุ่ม T2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 18.83×10^3 cell/ μ L อย่างไรก็ตาม เมื่อครบ 14 วัน ค่า WBC ของทุกกลุ่มลดลงมาอยู่ในช่วง $13.63\text{--}16.43 \times 10^3$ cell/ μ L และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 28 วัน ค่า WBC อยู่ในช่วง $11.65\text{--}13.15 \times 10^3$ cell/ μ L โดยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยการเสริมไข่น้ำผงในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 1.5 % และ 3 % ไม่ส่งผลกระทบต่อค่า PCV อย่างมีนัยสำคัญ และแม้ว่าจะพบการเปลี่ยนแปลงของค่า RBC และ WBC ในบางช่วงเวลา โดยเฉพาะที่ค่าเริ่มต้นและช่วงสิ้นสุดการทดลอง แต่แนวโน้มดังกล่าวไม่ได้สะท้อนถึงความผิดปกติทางสรีรวิทยาที่ชัดเจน เนื่องจากค่าที่ได้ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติของแม่ไก่ การใช้ไข่น้ำจึงไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพโลหิตของไก่ไข่ของการทดลองนี้ ดังแสดงใน Table 5

Table 5 Effected of Wolffia meal (*Wolffia* spp.) in the diets on hematological values of laying hens

Item	Treatment				SEM	P-value
	T1 (Negative control)	T2 (Control)	T3 (1.5% Wolffia meal added)	T4 (3% Wolffia meal added)		
Packed Cell Volume (PCV), %						
Early trial (initial date)	28.36	29.63	31.11	29.43	0.86	0.1907
14 days of trial	29.95	30.89	33.92	29.79	1.15	0.0673
28 days of trial	27.76	29.52	27.86	28.08	1.00	0.5730
Red blood cell (RBC) count (x10 ⁶ cell/μL)						
Early trial (initial date)	1.87 ^a	2.99 ^b	2.28 ^a	2.03 ^a	0.15	0.0003
14 days of trial	1.72	1.82	1.67	1.9	0.14	0.6801
28 days of trial	2.47 ^a	2.64 ^{ab}	2.9 ^b	2.52 ^a	0.10	0.0409
White blood cell (WBC) count (x10 ³ cell/μL)						
Early trial (initial date)	14.7 ^a	18.83 ^{ab}	21.47 ^b	14 ^a	1.43	0.0041
14 days of trial	13.67	16.43	15.5	13.63	1.48	0.4670
28 days of trial	13.15	11.65	12.38	12.42	0.74	0.5662

^{a-b} Means in the same row with different superscript were significant different ($p<0.05$), SEM = standard error of the mean.

ผลของการใช้ผงไข่น้ำเป็นแหล่งวิตามินในอาหารไก่ไข่ระดับต่างๆ ต่อค่าโลหิตวิทยาของไก่ไข่ พบว่า เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Hematocrit : HCT), จำนวนเม็ดเลือดแดง (red blood cell : RBC) และ จำนวนเม็ดเลือดขาว (white blood cell : WBC) ของไก่ไข่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กลุ่มที่

เสริมผงไข่น้ำ 1.5 % และ 3 % ค่าฮีมาโตคริตของไก่ไข่ที่ 28 วัน มีค่าเท่ากับ 27.86 % และ 28.08 % ตามลำดับ ซึ่งค่าฮีมาโตคริตและค่าทางโลหิตวิทยาอื่น ๆ ในไก่เนื้อสายพันธุ์ Cobb 500, Ross 308 และ Arbor Acres Plus ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 35 วัน มีค่า PCV เพิ่มขึ้นตามช่วงอายุ ซึ่งค่า PCV ในไก่เพศผู้มีค่าอยู่ระหว่าง 22.61 - 33.72 %

ไก่เพศเมียมีค่าอยู่ระหว่าง 21.67 - 33.76 % ค่าฮีมาโตคริตปกติของไก่จะอยู่ในช่วง 22 - 35 % แสดงว่าการเสริมผงไข่น้ำในอาหารไก่ไข่ไม่มีผลกระทบต่อค่าฮีมาโตคริต แสดงให้เห็นว่าไก่มีสุขภาพดี จำนวนเม็ดเลือดแดงหลังได้รับอาหารทดลอง 28 วัน มีค่าเท่ากับ 2.9×10^6 cell/ μ L และ 2.52×10^6 cell/ μ L ปริมาณเม็ดเลือดแดงในไก่ปกติอยู่ที่ $2.5 - 3.5 \times 10^6$ cell/ μ L และค่าเม็ดเลือดขาวในไก่ปกติจะอยู่ที่ $5.8 - 37.9 \times 10^3$ cell/ μ L (Konpechr et al., 2020)

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่า การเสริมไข่น้ำผงในระดับ 1.5 % และ 3 % ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิต ได้แก่ อัตราการให้ผลผลิตไข่ การกินอาหาร, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (FCR) น้ำหนักไข่ และมวลไข่ โดยค่าเฉลี่ยในทุกกลุ่มทดลองอยู่ในช่วงที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ไข่น้ำผงในระดับที่ทำการทดลองสามารถใช้ได้โดยไม่กระทบต่อสมรรถนะการผลิต โดยมีอัตราการให้ผลผลิตไข่ 88.89–97.22 % อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ อยู่ในช่วง 2.06–2.12 ($p>0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพไข่ ค่า Haugh unit น้ำหนักไข่ขาว น้ำหนักไข่แดง และเส้นผ่านศูนย์กลางไข่แดง โดยค่า Haugh unit ยังคงอยู่ในเกณฑ์ AA (มากกว่า 72.0) ในทุกกลุ่มทดลอง ซึ่งแสดงว่าไข่ยังคงมีคุณภาพดีตามมาตรฐาน อยู่ในช่วง 70–86 % การเปลี่ยนแปลงสีไข่แดง พบว่าไข่แดงจากการเสริมไข่น้ำผงมีสีเข้มขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มที่เสริมไข่น้ำ 3 % สำหรับค่าโลหิตวิทยาหรือการทำงานของระบบเลือดในไก่ ค่า PCV (เปอร์เซ็นต์เม็ดเลือดแดงอัดแน่น) RBC (จำนวนเม็ดเลือดแดง) และ WBC (จำนวนเม็ดเลือดขาว) ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งบ่งชี้ว่าไก่ไข่ยังคงมีสุขภาพดี ซึ่งการเสริมไข่น้ำผงในระดับ 1.5 % และ 3 % ไม่กระทบต่อสมรรถนะการผลิตไข่โดยรวม ไข่น้ำผงมีผลต่อการเพิ่มสีไข่แดงจากการมีสารสีธรรมชาติ เช่น แคโรทีนอยด์ในไข่น้ำ การเสริมไข่น้ำในระดับสูงอาจต้องมีการพิจารณาผสมกับสารให้สีจากธรรมชาติอื่นๆ เช่น ขมิ้น หรือดาวเรือง เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากโภชนาการอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ควรมีการพิจารณาการเสริมไข่น้ำผงในระดับที่เหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากอาหารและสมรรถภาพการผลิตในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง สำหรับการสนับสนุนด้านทุนสนับสนุนการทำวิจัยในระดับมหาวิทยาลัย ทุนอุดหนุนการวิจัย โครงการ 1 อาจารย์ 1 งานวิจัยพัฒนาพื้นที่งบประมาณเงินรายได้ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566 รวมทั้งขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.สุวิทย์ อธิพันธุ์วัฒน์ สำหรับคำแนะนำที่มีคุณค่า และขอขอบคุณพี่ เพื่อนร่วมงาน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

References

Abdulazeez, H., Adamu, S. B., Igwebuike, J. U., Gwayo, G. J., & Muhammad, A. I. (2016). Haematology and serum biochemistry of broiler chickens fed graded levels of Baobab (*Adansonia digitata* L.) seed meal. *IOSR*

Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS), 9(10), 48-53.

Akter, M., Chowdhury, S. D., Akter, Y., & Khatun, M. A. (2011). Effect of duckweed (*Lemna minor*) meal in the diet of laying hen and their performance. *Bangladesh Research Publications Journal*, 5(3), 252-261.

Aryee, G., Adu-Aboagye, G., Shiburah, M. E., Nkrumah, T., & Amedome, D. (2020). Correlation between egg weight and egg characteristics in Japanese quail. *International Journal of Animal Science and Technology*, 8(3), 51-54. doi:10.11648/j.avs.20200803.11.

Appenroth, K. J., Sree, K. S., Böhm, V., Hammann, S., Vetter, W., Leiterer, M., & Jahreis, G. (2018). Nutritional value of duckweeds (*Lemnaceae*) as human food. *Food Chemistry*, 217, 266-273. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.08.116.

Chantiratikul, A., Chantiratikul, P., Sangdee, A., Maneechote, U., Bunchasak, C., & Chinrasri, O. (2010a). Performance and carcass characteristics of Japanese quails fed diets containing Wolffia meal [*Wolffia globosa* (L.) Wimm.] as a protein replacement for soybean meal. *International Journal of Poultry Science*, 9(6), 562-566. doi: 10.3923/ijps.2010.562.566.

Chantiratikul, A., Chinrasri, O., Chantiratikul, P., Sangdee, A., Maneechote, U., & Bunchasak, C. (2010b). Effect of replacement of protein from soybean meal with protein from Wolffia meal [*Wolffia globosa* (L.) Wimm.] on performance and egg production in laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 9(3), 283-287. doi: 10.3923/ijps.2010.283.287.

Chantiratikul, A., Poonpan, P., Santhaweesuk, S., Chantiratikul, P., Sangdee, A., Maneechote, U., Bunchasak, C., & Chinrasri, O. (2010c). Effect of Wolffia meal [*Wolffia globosa* (L.) Wimm.] as a dietary protein replacement on performance and carcass characteristics in broilers. *International Journal of Poultry Science*, 9(7), 664-668. doi: 10.3923/ijps.2010.664.668.

European Food Safety Authority (EFSA). (2009). Scientific opinion of the Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) on the safety of β -apo-8'-carotenal for use as a feed additive for poultry. *EFSA Journal*, 7(11), 1397. doi: 10.2903/j.efsa.2009.1397.

Konpechr, S., Sukon, P., & Sohsuebngarm, D. (2020). The study of hematology in commercial broiler chickens

- of Cobb 500, Ross 308, and Arbor Acres Plus. *Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine*, 15(2), 209–221. (in Thai)
- National Research Council. (1994). *Nutrient requirements of poultry* (9th ed.). Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Nulla-ong, Y., Buwjoom, T., Maneewan, B., & Tadee, P. (2021). Effects of Holy basil and Duckweed powder supplementation in the semi-free range laying hens diet on egg production performance, egg quality, antioxidant activity and nutritional value of eggs. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 50(1), 51-61. doi: 10.14456/kaj.2022.5. (in Thai)
- Rattanawut, J., Trirabiep, D., & Ketkaew, N. (2017). Effects of dietary water meal (*Wolffia* spp.) supplementation on production performance and egg yolk color of laying ducks. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 45(2), 249–254. (in Thai)
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach* (2nd ed.). New York, USA: McGraw-Hill.
- Suppadit, T., Jaturasitha, S., Sunthorn, N., & Pongsuk, P. (2012). Dietary *Wolffia arrhiza* meal as a substitute for soybean meal: Its effects on the productive performance and egg quality of laying Japanese quails. *Tropical Animal Health and Production*, 44, 1479-1486. doi: 10.1007/s11250-012-0091.
- Thongkham, P. (2019). *Effects of temperature on antioxidant activity of dried water meal (Wolffia arrhiza (L.) Wimm) and application in food products* (master's thesis). Pathum Thani. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Xu, J., Shen, Y., Zheng, Y., Smith, G., Sun, X. S., Wang, D., Zhao, Y., Zhang, W., & Li, Y. (2021). Duckweed (*Lemnaceae*) for potentially nutritious human food: A review. *Food Reviews International*. doi: 10.1080/87559129.2021.2012800.
- Zakaria, H. A., & Shammout, M. W. (2018). Duckweed in irrigation water as a replacement of soybean meal in the laying hens' diet. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 20(3), 573-582. doi: 10.1590/1806-9061-2018-0737.

Research article

Effect of Wolffia meal (*Wolffia spp.*) utilization as an alternative raw material source in the diets on performances, egg quality and hematological values of laying hens

Phutthaphorn Phumrojana¹ Chutima Chansawat¹ Wuttichai Sae-lee¹
 Chaiyapruerk Hongladdaporn² Suksan Kumkhong¹ and Nitchanan Chukerd^{1*}

¹Major of Animal Science, Faculty of Science and Technology, Muban Chombueng Rajabhat University, Chombueng District, Ratchaburi, Thailand 70150

²Major of Animal Science, Faculty of Science and Technology, Loei Rajabhat University, Muang-Loei District, Loei, Thailand 42000

ARTICLE INFO

Article history

Received: 14 June 2025

Revised: 22 August 2025

Accepted: 14 October 2025

Online published: 29 December 2025

Keyword

Wolffia meal (Wolffia spp.)

productive performance

egg quality

hematological value

laying hens

ABSTRACT

This study aimed to investigate the use of Wolffia meal as a dietary ingredient for 25-week-old Lohmann Brown laying hens. A total of 48 hens were divided into four experimental groups with three replications per group and four hens per replication. The experimental diets consisted of four treatments: Group 1 (negative control), Group 2 (positive control using corn as the main ingredient), Group 3 (supplemented with 1.5% Wolffia meal), and Group 4 (supplemented with 3% Wolffia meal), arranged in a Completely Randomized Design (CRD). All hens were provided with feed and water *ad libitum* throughout the experimental period. The results indicated that Wolffia meal supplementation had no significant effect on egg production performance. The egg production rate ranged from 88.89% to 97.22% ($p>0.05$). Regarding feed intake, the group supplemented with 3% Wolffia meal showed the highest feed intake ($p>0.05$). The feed conversion ratio (FCR) ranged from 2.06 to 2.12 ($p>0.05$), and the average egg weight was highest in the group supplemented with 1.5% Wolffia meal, at 64.88 g/egg ($p>0.05$). No significant differences were observed in egg mass or body weight ($p>0.05$). Haugh unit values ranged from 70 to 86 ($p>0.05$). The yolk diameter in the negative control group was the smallest (26.45 mm) and was significantly lower than that of the Wolffia meal-supplemented groups (37–41 mm) ($p=0.0078$). No significant differences were found in yolk or albumen weights ($p>0.05$). Egg yolk color intensity increased in the group supplemented with 3% Wolffia meal. The packed cell volume (PCV) of the hens ranged from 27.76% to 29.52% ($p>0.05$). The red blood cell (RBC) count was highest in the group supplemented with 1.5% Wolffia meal (2.9×10^6 cells/ μ L) ($p=0.0409$), while white blood cell (WBC) counts ranged from 11.65 to 13.15×10^3 cells/ μ L ($p>0.05$). In conclusion, supplementing Wolffia meal at 1.5% and 3% in the diets of laying hens did not adversely affect egg production performance or egg quality.

*Corresponding author

E-mail address: Nitchananchu@mcru.ac.th (N. Chukerd)

Online print: 29 December 2025 Copyright © 2025. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2025.26>