

ผลการเสริมแทนแดงในอาหารไก่ไข่ระยะปลดระวางต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ และต้นทุนการผลิต

Effect of Azolla Supplement in Older Layer Hens Diets on Egg Performance
and Production Cost

สำรวย มะลิถอด* และ มนูญญา ปรียวิชัยภูักดี

Samruay Malithod* and Mananya Prariyavichiyapukdee

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

Faculty of Agriculture Technology, Phetchaburi University

E-mail: samruay.mal@mail.pbru.ac.th* and mananya.pre@mail.pbru.ac.th

*Corresponding author

(Received: 9 February 2026, Revised: 14 July 2026, Accepted: 16 July 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1546>

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาการเสริมแทนแดงสดต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่ของไก่ระยะปลดระวาง โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Hy-line brown อายุ 82 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomize Deign (CRD) โดยไก่ไข่กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ได้รับอาหารสูตรทางการค้าที่มีโปรตีน 17% ไก่ไข่กลุ่มที่ 2-4 ได้รับสูตรอาหารทางการค้าทดแทนการเสริมแทนแดงระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ปรับตัวกับอาหารเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเก็บข้อมูลเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าการเสริมแทนแดงสดระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่พบ ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่เมื่อพิจารณาการเสริมแทนแดงสดทดแทนอาหารชั้นทั้ง 3 ระดับ นั้นพบว่าการเสริมแทนแดงสดส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตลดลงและต้นทุนการผลิตไข่สูงขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของแทนแดงสด ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการเสริมแทนแดงสดสามารถใช้ได้สูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้น และควรใช้ในช่วงการไข่อายุ 82-85 สัปดาห์ (ระยะเวลาการเลี้ยง 1-4 สัปดาห์) ซึ่งส่งผลดีกับสมรรถภาพการผลิตและการลดต้นทุนการผลิต

คำสำคัญ: แทนแดง ไก่ไข่ สมรรถภาพการผลิตไข่ ต้นทุนการผลิต

Abstract

The objective of this research was to study the objective of supplementing fresh Azolla in laying hen farming on egg production performance and egg production costs. A total of 120 hyline brown laying hens, 82 weeks of age old, were used in the experiment. They were divided into 4 groups, each with 3 replication of 10 hens, using a complete randomized design (CRD). Group 1 hens received a commercial diet containing 17% protein, Laying hens in group 2-4 received commercial feed formulations supplemented with 10%, 20% and 30% Azolla. Adjust to the experiment, the hens were allowed to acclimatize to the feed for 7 days, after which data on rearing practices and egg production were collected for 8 weeks. The experimental showed that replacing 10-30% of fresh Azolla in concentrate feed did not significantly affect egg production performance or production costs ($p > .05$) However, when considering supplementing concentrate feed with fresh Azolla at all three levels, it was found to have negative effects on laying hens during that age range, including decreased production performance and increased egg production costs as the amount of fresh Azolla increased. In conclusion, dietary inclusion of fresh Azolla to replace up to 30% of concentrate feed for 82-to-85-week-old laying hens over a 4-week rearing period enhances production performance and reduces feed costs.

Keywords: Azolla, Laying hens, Egg performance, Production cost

บทนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ปีกของเกษตรกรไทยยังคงประสบปัญหาด้านราคาวัตถุดิบอาหารที่มีความผันผวนตามภาวะเศรษฐกิจ วัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิดในปัจจุบันมีราคาแพงขึ้นมากซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่จำเป็นต้องใช้อาหารชั้น อีกทั้งเกษตรกรรายย่อยมีกำลังซื้อไม่มาก แนวทางหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาดังกล่าวคือการจัดหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ทดแทนวัตถุดิบหลักที่มีราคาแพงรวมทั้งสามารถผลิตขึ้นใช้เองได้ในฟาร์ม ดังนั้นหากมีแหล่งวัตถุดิบแหล่งใหม่ที่มีโปรตีนสูงหรือมีคุณค่าทางโภชนาการที่ทดแทนกากถั่วเหลืองหรือแหล่งโปรตีนชนิดอื่นได้ ทั้งนี้สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่แพง และมีปริมาณมากพอที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบสด แบบผง แบบแห้ง แบบหมัก ทำให้มีโอกาสดลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้ วัตถุดิบที่สามารถเป็นแหล่งโปรตีนชนิดใหม่และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมคือแหนแดง ในการนี้สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (2565) รายงานว่าแหนแดง (Azolla, Water fern, Water velvet) ทั่วโลกมี 7 ชนิด แต่ในประเทศไทยพบเพียงชนิดเดียวคืออะซอลลาสปีชีส์พินนาต้า (*Azolla pinnata*) ซึ่งเป็นสปีชีส์ดั้งเดิม ต่อมากรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาแหนแดงสปีชีส์ใหม่คืออะซอลลาสปีชีส์ไมโครฟิลลา (*Azolla microphylla*) ซึ่ง Swain et al. (2018) รายงานว่าแหนแดงมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน

24.93 เปอร์เซ็นต์ ไชมัน 3.48 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 13.8 เปอร์เซ็นต์ ถั่วรวม 16.84 และไนโตรเจนฟรีเอคแทรกซ์ 40.95 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พพร ศิริพานิช (2563) กล่าวว่าแหนดงอุดมไปด้วยโปรตีนสูงถึง 21.4 – 28.5 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อสัตว์ และพงศ์พันธุ์ นันทะศรี (2565) รายงานว่าแหนดงมีกรดอะมิโนที่จำเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งมีวิตามิน B1, B2, B6, B12, C และ E ซึ่งจากการรายงานของ Alalade et al. (2006) อธิบายไว้ว่าแหนดงมีกรดอะมิโนประกอบด้วยไลซีน เมไทโอนีน ซีสทิน ทรีโอนีน ทรีโตนเฟน อาร์จินีน ลิวซีน และฟีนอลอะลานีน ไทโรซีน ไกลซีน เซอรีน และวาลีน เท่ากับ 0.98, 0.34, 0.18, 0.87, 0.39, 1.15, 1.65, 1.01, 0.68, 1.0, 0.9 และ 1.18 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าแหนดงเหมาะสำหรับนำไปเป็นอาหารสำหรับสัตว์กระเพาะเดี่ยว (Joshi et al., 2020) เช่น โค สุกร สัตว์ปีก และปลา (Abd El-Ghany, 2020) เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับใบกระถินและกากถั่วเหลือง นอกจากนี้ Mahmoud et al (2024) รายงานว่าแหนดงยังมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาหลากหลาย รวมถึงเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ที่สำคัญยังเป็นแหล่งของวิตามิน (วิตามินบี 12, และวิตามิน เอ) โปโพลิเมอร์ แร่ธาตุ และกรดอะมิโนที่ดี คือมีอยู่ถึง 206-619 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของวัตถุแห้ง และเบต้าแคโรทีน 1,188 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Mithraja et al., 2011) จากการค้นคว้าวิจัยพบว่าการเสริมแหนดงในสภาพสด สามารถใช้ได้ระดับ 200 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารของแม่ไก่อายุ 20-40 สัปดาห์ และมีน้ำหนักไข่และผลผลิตรวมดีกว่ากลุ่มอื่นๆ และหากใช้ในสภาพแหนดงบดแห้งสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 0.5-5.0 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ แต่มีผลต่อค่าสีของไข่แดงและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับแหนดง ($p > .05$) สุริยา แก้วทอง และคณะ (2564) ศึกษาการเสริมแหนดงเปิดเล็ก (*Lemna minor* L.) ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ในระดับ 0, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมแหนดงเปิดเล็กในระดับ 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักไข่สูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมแหนดงเปิดเล็กระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อีกทั้งการเสริมแหนดงเปิดเล็กไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ ปริมาณการกินอาหารต่อวัน ความสูงของไข่ขาว สีของไข่แดง ค่า Haugh unit และความหนาของเปลือกไข่ ($p > .05$) ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการเสริมแหนดงเปิดเล็กระดับ 5 เปอร์เซ็นต์เป็นระดับที่เหมาะสมในเสริมในอาหารไก่ไข่ และเป็นการช่วยแก้ปัญหาด้านต้นทุนอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น

จากข้อมูลเชิงวิชาการพบว่าแหนดงเป็นพืชน้ำที่มีโปรตีนสูง ประเภทแหนดงมี 4 ชนิดที่นิยมใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เศรษฐกิจพวกสุกร เป็ด ไก่ ไก่ดำ ไก่น้ำ (ผา) แหนดงเปิดเล็ก แหนดงเปิดใหญ่ และแหนดง ข้อมูลของแหนดงพิสูจน์ให้เห็นว่าส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตสัตว์ ดังนั้นการใช้แหนดงเป็นอาหารเสริมบางส่วนในอาหารไก่ไข่ใกล้เคียงปลดระวางได้ เนื่องจากมีโปรตีนสูงและมีกรดอะมิโนที่สำคัญอันเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของไก่ได้ อีกทั้งแหนดงไม่มีสารพิษและยังเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญต่อการผลิตสัตว์ การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมแหนดงระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่ไข่ระยะปลดระวางต่อสมรรถภาพของการผลิตไข่และต้นทุนการผลิตไข่ จากคุณสมบัติข้างต้นดังกล่าวแล้วแหนดงยังเป็นพืชธรรมชาติที่หาได้ง่าย ราคาถูก ขยายพันธุ์เร็วเหมาะสำหรับเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงไก่ไข่ระยะปลดระวางเพื่อลดต้นทุนการผลิตไข่สามารถใช้เป็นทางเลือก สำหรับการผลิตอาหารสัตว์ที่ยั่งยืนได้ในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design ; CRD) ไก่สายพันธุ์ Hyline brown อายุ 82 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 1.7 – 1.8 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว รวมทั้งสิ้น 120 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารทดลองสูตรพื้นฐาน (โปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยไม่มากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์) กลุ่มที่ 2-4 ได้รับอาหารทดลองสูตรพื้นฐานร่วมกับการเสริมแทนเดสระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยผสมกับอาหารข้นวันละ 1 ครั้งช่วงเวลา 17.00 น. ซึ่งเลี้ยงไก่บนกรงตบพื้นลวดขนาดพื้นที่ 30X45X45 เซนติเมตร จำนวน 2 ตัว/กรง ให้ได้รับน้ำระบบอัตโนมัติ ทำการเก็บข้อมูลการทดลอง 8 สัปดาห์ จนกระทั่งไก่ไข่อายุ 89 สัปดาห์



ภาพที่ 1 แทนเดส (ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2568)

แทนเดสที่ใช้เป็นสายพันธุ์พืชน้ำที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกขนาด 1x3 เมตร ให้น้ำหมักชีวภาพ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เก็บสัดที่อายุแทนเดส 7 วัน ตามวิธีการของสายัณห์ คำรักษา และคณะ (2553) และนำมา สะเด็ดน้ำก่อนการผสมคลุกเคล้ากับอาหารข้นตามอัตราส่วนที่กำหนด ในช่วงเวลา 17.00 น. ของทุกวัน โดยดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน 2566 แล้วทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักตัวไก่เมื่อเริ่ม ทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง แล้วบันทึกข้อมูลเพื่อคำนวณสมรรถภาพการผลิตและคำนวณต้นทุน การผลิต ดังการคำนวณต่อไปนี้ ได้แก่

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)} &= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)}}{\text{จำนวนวันทดลอง (วัน)}} \\ \text{น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)} &= \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กรัม)}}{\text{จำนวนฟองไข่ (ฟอง)}} \\ \text{ประสิทธิภาพการใช้อาหาร} &= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินช่วงทดลอง (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมดช่วงทดลอง (กิโลกรัม)}} \\ \text{มวลไข่} &= \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การไข่น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)}}{\text{จำนวนแม่ไก่ (ตัว)}} \\ \text{อาหารที่ใช้ผลิตไข่ต่อฟอง (กรัม)} &= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัม/วัน)}}{\text{จำนวนไข่ฟองต่อวัน}} \end{aligned}$$

ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง (บาท) = ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) X ราคาอาหารบาทต่อกิโลกรัม

ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล (บาท) = ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) X ราคาอาหารบาทต่อกิโลกรัม X 12

สถานที่ทดลอง

ศูนย์เรียนรู้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ฐานการผลิตสัตว์ปีก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากการเก็บภาคสนามมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 แหนแดงสด (ก) บ่อเลี้ยงแหนแดง (ข) อาหารผสมแหนแดง (ค) และกรงและโรงเรือนทดลอง (ง)
(ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2568)

ผลการวิจัย

การเสริมแหนแดงสดในอาหารไก่ไข่ระยะปลดระวาง (อายุ 82-89 สัปดาห์) ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้น พบว่าผลการศึกษาในไก่ไข่ช่วงแรกอายุ 82-85 สัปดาห์ การเสริมแหนแดงสดระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่ จึงไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่เมื่อพิจารณาพบว่าการเสริมแหนแดงระดับ 20-30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้น มีผลการทดลองเชิงบวกต่อสมรรถภาพการผลิต ซึ่งมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > .05$) ในส่วนของน้ำหนักไข่ทั้งหมด โดยมีค่าเท่ากับ 15.17 และ 15.32 กิโลกรัมตามลำดับ และมวลไข่เฉลี่ยเท่ากับ 54.18 และ 54.71 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นการเสริมแหนแดงสดระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้นที่พบว่าน้ำหนักไข่ทั้งหมดและมวลไข่น้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ พบความแตกต่างทางสถิติ ($p < .05$) ส่วนการทดลองช่วงที่ 2 ไก่ไข่อายุ 86-89 สัปดาห์ นั้นพบว่าการเสริมแหนแดงสดทดแทนอาหารชั้นระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้น้ำหนักไข่ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่นมีค่าเท่ากับ 12.70 กิโลกรัม และมวลไข่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 45.37 เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ และพบความแตกต่างทางสถิติ ($p < .05$) กับกลุ่ม T1 และ T2 นอกจากนี้พบว่าการเสริมแหนแดงทดแทนอาหารชั้นทุกระดับมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยเฉพาะการเสริมแหนแดง 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 ซึ่งพบว่าแตกต่างทางสถิติ ($p < .05$) กับ T1 และ T2 ดังแสดงในตารางที่ 2

สำหรับการเสริมแทนแสงทดแทนอาหารชั้นของไก่ไข่ระยะปลดระวางช่วงอายุ 82-85 สัปดาห์ต่อต้นทุนการผลิตไข่ที่ได้รับการเสริมแทนแสงในระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าการเสริมแทนแสงทดแทนอาหารชั้นทุกระดับไม่ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ทั้งบาทต่อฟอง และบาทต่อโหลของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ส่วนช่วงการทดลองที่ 2 ในช่วงไก่อายุ 86-89 สัปดาห์ การเสริมแทนแสงทดแทนอาหารชั้นระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมจึงไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ทั้งต้นทุน

ตารางที่ 1 ผลการเสริมแทนแสงที่ระดับแตกต่างกันในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่

สมรรถภาพการผลิต	ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อน				P-value
	T1(0%)	T2(10%)	T3(20%)	T4(30%)	
อายุ 82-85 สัปดาห์					
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	117.14±1.24	116.43±1.24	117.86±0.00	117.86±0.00	0.219
น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กิโลกรัม)	15.05±349.44 ^b	14.47±278.91 ^a	15.17±276.59 ^b	15.32±261.40 ^b	0.033
จำนวนฟองไข่ (ฟอง)	240.33±5.03	230.00±5.29	239.33±7.23	248.67±10.06	0.076
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่	2.18±0.02	2.25±0.04	2.17±0.04	2.15±0.04	0.064
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)	62.61±0.64	62.91±0.07	63.41±1.18	61.64±1.46	0.290
ผลผลิตรายวัน (%)	85.83±1.79	82.14±1.89	85.47±2.58	88.81±3.59	0.075
มวลไข่	53.74±1.25 ^b	51.67±0.99 ^a	54.18±0.99 ^b	54.71±0.93 ^b	0.033
อาหารที่ใช้ผลิตไข่ต่อฟอง (กรัม/ฟอง)	136.49±1.63	141.78±2.57	137.97±4.45	132.86±5.42	0.103
อายุ 86-89 สัปดาห์	123.01±5.22	121.73±6.62	120.00±0.00	123.33±5.77	0.850
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	14.67±859.40 ^b	14.28±859.71 ^b	13.39±377.73 ^{ab}	12.70±732.02 ^a	0.043
น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กิโลกรัม)	237.00±14.00	234.33±13.05	216.66±9.29	208.67±12.66	0.062
จำนวนฟองไข่ (ฟอง)	2.27±0.95 ^a	2.31±0.14 ^a	2.51±0.07 ^{ab}	2.62±0.19 ^b	0.031
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่	61.90±0.59	60.93±0.49	61.83±1.08	60.89±0.24	0.188
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)	84.64±3.07	83.69±4.66	77.38±3.32	74.52±4.52	0.062
ผลผลิตรายวัน (%)	52.39±3.07 ^b	51.00±3.07 ^b	47.82±1.35 ^{ab}	45.37±2.62 ^a	0.043
มวลไข่	140.48±5.88 ^a	140.61±8.29 ^a	155.27±6.83 ^{ab}	160.15±11.65 ^b	0.044
อาหารที่ใช้ผลิตไข่ต่อฟอง (กรัม/ฟอง)					

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันพบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < .05$)

ตารางที่ 2 การเสริม آهنแดงสดระดับแตกต่างในอาหารไก่ไข่ต่อต้นทุนการผลิตไข่

ต้นทุนการผลิตไข่	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ความคลาดเคลื่อน				P-value
	T1 (0%)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)	
อายุ 82-85 สัปดาห์					
ต้นทุนค่าอาหารบาท/ฟอง	2.41 $\pm$ 0.03	2.50 $\pm$ 0.04	2.44 $\pm$ 0.07	2.35 $\pm$ 0.01	0.097
ต้นทุนค่าอาหารบาท/โหล	38.52 $\pm$ 0.49	39.82 $\pm$ 0.80	38.44 $\pm$ 0.70	38.07 $\pm$ 0.65	0.055
อายุ 86-89 สัปดาห์					
ต้นทุนค่าอาหารบาท/ฟอง	2.48 $\pm$ 0.10 ^a	2.49 $\pm$ 0.15 ^a	2.74 $\pm$ 0.12 ^{ab}	2.83 $\pm$ 0.20 ^b	0.042
ต้นทุนค่าอาหารบาท/โหล	40.10 $\pm$ 1.67 ^a	40.78 $\pm$ 2.52 ^a	44.36 $\pm$ 1.27 ^{ab}	46.47 $\pm$ 3.25 ^b	0.029

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันพบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < .05$)

ค่าอาหารต่อการผลิตไข่บาทต่อฟอง (2.48, 2.49 และ 2.74 ตามลำดับ) และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่บาทต่อโหล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ (40.10, 40.78 และ 44.36 ตามลำดับ) ยกเว้นกลุ่มที่ 4 (เสริมแทนทดแทนอาหารชั้นระดับ 30 เปอร์เซ็นต์) มีค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่สูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) กับกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 ดังแสดงในตารางที่ 2

การอภิปรายผล

การเสริมແໜແຈສດທດແທນอาหารชั้นระดับที่แตกต่างกัน (10, 20 และ 30%) ในไก่ไข่ระยะปลด
 ระบาย ผลการทดลองพบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการผลิตของไข่ในช่วงอายุ 82-85 สัปดาห์ พบความ
 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) กับกลุ่มควบคุม (T1) เนื่องจากແໜແຈมีโปรตีนปริมาณสูงอยู่
 ระหว่าง 21.40-28.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Sanginga & Van Hove (1989) รายงานไว้ว่าແໜແຈมีองค์ประกอบ
 ของกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด อาทิ ทรีโอนีน อาร์จินีน ทรีโตนีน ลิวซีน ไอโซลิวซีน ไทโรซีน โกลซีน
 ฟีนิลอลานีน วาลีน ซิริน และโดยเฉพาะกรดอะมิโนเมไทโอนีน 0.34 เปอร์เซ็นต์ และกรดอะมิโนไลซีน 0.98
 เปอร์เซ็นต์ ที่เป็นกรดอะมิโนลำดับแรกๆ ที่สำคัญของสัตว์ปีก Riaz et al. (2020) ได้รายงานว่าการใช้ແໜແຈ
 สภาพสดมีผลดีต่อการเพิ่มน้ำหนักและผลผลิตไข่ของเป็ดได้ และสอดคล้องกับการรายงานของ Swain et al.
 (2018) ที่ได้ทำการทดลองในเป็ดพบว่าการใช้ແໜແຈสดช่วยปรับปรุงสมรรถภาพคุณภาพของไข่เป็ดได้
 เช่นเดียวกันกับ Joshi et al. (2020) ที่รายงานผลการทดลองว่าการเสริมແໜແຈสด 200 กรัม ให้กับไก่ไข่
 ตั้งแต่อายุ 4 – 16 สัปดาห์ สามารถเพิ่มน้ำหนักตัวไก่และการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการเสริมอาหารชั้นอย่าง
 เดียว นอกจากนี้ทดลองต่อในช่วง 18-28 สัปดาห์ พบว่ามีจำนวนไข่ และอายุการให้ไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่
 ได้รับการเสริมอาหารชั้น 50 กรัม/ตัวร่วมกับเสริมແໜແຈธรรมชาติ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าในช่วงไก่
 ไข่อายุหลังจาก 85 สัปดาห์ไปแล้วนั้นการเสริมແໜແຈสดทดแทนอาหารมีผลทำให้สมรรถนะการผลิตลดลงทุก
 ระดับ โดยเฉพาะการเสริมແໜແຈสดระดับ 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้น มีผลทำให้น้ำหนักไข่
 ทั้งหมด มวลไข่เฉลี่ย และส่งผลให้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ด้อยลงตามระดับการเพิ่มขึ้นของการ

เสริมแทนทดแทนอาหารชั้น พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < .05$) กับกลุ่มทดลอง T1 และ T2 เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่ไข่ระยะปลดระวางอายุ 82 สัปดาห์ จึงเป็นไปตามทฤษฎีของไก่ไข่ระยะท้ายของการเลี้ยงจะประสบปัญหาเปลือกไข่บางและประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารที่ลดลง ส่งผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ และน้ำหนัไข่ ทำให้เห็นได้ว่าวงจรการผลิตไข่ของไก่จึงมีความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ไม่ได้คงที่ตลอดไป นอกจากนี้ Macelline et. al. (2021) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงนี้รวมถึงความแตกต่างของสายพันธุ์ อายุ ระบบการเลี้ยง และสูตรอาหารพื้นฐานร่วมด้วย อีกทั้งการเสริมแทนทดแทนอาหารชั้นเท่ากับเป็นการดึงเอาความเข้มข้นของสารอาหารออกจากสูตรอาหารทางการค้าตามระดับการเสริมแทนทดแทน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการของกรดอะมิโนเมทไธโอนีน 360 – 415 และไลซีน 700 – 760 ต่อวัน /อาหาร 100-110 กรัมต่อวัน (นพวรรณ สมชัย, 2542) เนื่องจากแทนทดแทนมีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนเท่ากับ 0.98 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ เมทไธโอนีนเท่ากับ 0.34 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ (Riaz et al, 2020; Alalade et al., 2006) ดังนั้นจึงเป็นเหตุทำให้ไก่ได้รับกรดอะมิโนทั้งสองชนิดดังกล่าวไม่เพียงพอต่อวันเกิดความไม่สมดุลของกรดอะมิโนที่สัตว์ได้รับโดยเฉพาะไลซีนที่จะส่งผลกระทบต่อ น้ำหนัไข่ มวลไข่ รวมถึงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ เนื่องจากไก่อายุดังกล่าวจะใช้กรดอะมิโนมุ่งเน้นไปที่การควบคุมความสมดุลเพื่อรักษาคุณภาพไข่ จากการรายงานของ Bunchasak & Silpasorn (2005) รายงานว่าเมื่อทำการเพิ่มสัดส่วนของกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในสูตรอาหารให้สูงขึ้นมีผลในการช่วยปรับปรุงมวลไข่ น้ำหนัไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ 1 กิโลกรัม ไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ และ นันทวัน ช่วยชูวงศ์ (2561) ที่ได้รายงานผลการวิจัยไว้ว่าได้ทำการเปรียบเทียบสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนระดับที่ต่างกัน พบว่าสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในระดับสูง (0.97 : 0.53%) ส่งผลดีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนัไข่ สูงขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ดีขึ้นกว่าการใช้สัดส่วนกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนระดับต่ำ (0.81 : 0.44%) พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < .05$) และ Rana et al. (2017) อธิบายไว้ว่าการเสริมแทนทดแทนในอาหารช่วยเพิ่มการย่อยได้ของสารอาหารในไก่เนื้อ อาจเป็นเพราะความหนาของลำไส้เล็กส่วนต้นเพิ่มขึ้นและการสัมผัสระหว่างสารอาหารกับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยได้สารอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าผลการเสริมแทนทดแทนอาหารชั้นระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ให้กับไก่ที่ได้รับอาหารระยะท้ายการทดลองช่วงไก่ไข่อายุ 86-89 สัปดาห์ นั้นมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตด้อยลงกว่าช่วงแรกอย่างเห็นได้ชัดและพบความกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) กับกลุ่มควบคุม และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองของ Basak et al. (2002) รายงานว่าได้ใช้แทนทดแทน (*A. pinnata*) เพื่อทดแทนโปรตีนในอาหารสูตรไก่เนื้อระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนัตัวไก่เนื้อที่ได้รับแทนทดแทนในสูตรอาหารช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ น้ำหนัตัวของไก่เนื้อที่ได้รับแทนทดแทนในสูตรอาหารสัปดาห์ที่ 5-8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และมีแนวโน้มว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแทนทดแทนในสูตรอาหารมากขึ้นจะทำให้น้ำหนัของไก่เนื้อลดลง เช่นเดียวกับรายงานของวันดี ทาตระกูล และคณะ (2555) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ของแทนทดแทนใน

อาหารของสุกรรุ่น สามารถประเมินได้ว่าสามารถใช้แทนแดงผสมในอาหารสุกรระยะรุ่นได้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Leterme et al. (2010) ได้ศึกษาการเสริมแทนแดงในอาหารแม่สุกรระดับ 150 กรัม และ 300 กรัม/กิโลกรัมอาหาร พบว่าส่งผลเชิงลบต่อการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ รวมถึงการย่อยได้ของโปรตีนที่ที่ส่วนปลายของลำไส้เล็ก จึงสรุปไว้เป็นข้อเสนอแนะว่าไม่ควรใช้เกิน 150 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เนื่องจากแทนแดงมีค่าการย่อยได้ต่ำและมีพลังงานต่ำ อาจส่งผลกระทบต่อการใช้และสูตรอาหาร

สำหรับต้นทุนการผลิตใช้การเสริมแทนแดงให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกับสมรรถภาพการผลิต โดยที่พบว่าการเสริมแทนแดงระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ในช่วงไก่ไข่อายุ 82-85 สัปดาห์ พบว่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p > .05$) ทั้งนี้มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 2.50, 2.44 และ 2.35 บาทต่อฟอง รวมถึงต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.82, 38.44 และ 38.07 บาท เป็นผลมาจากราคาต้นทุนการผลิตแทนแดงสดที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกรวมค่าแรงและการจัดการทั้งสิ้นราคา 5.22 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งถูกกว่าราคาอาหารชั้นที่อยู่ในช่วงทดลองคือ 17.50 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นเมื่อคิดคำนวณต้นทุนในการกินอาหาร 100 กรัม จะพบว่ากลุ่มที่ได้รับแทนแดงสดมีต้นทุนลดลงตามสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของแทนแดง คือ 7.22, 14.44 และ 20.67 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (T1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Joshi et al. (2020) ที่รายงานผลการทดลองว่าการเสริมแทนแดงสด 200 กรัม วัดผลการทดลองช่วง 18-28 สัปดาห์ พบว่ามีจำนวนไข่ และอายุการให้ไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารชั้น 50 กรัม/ตัวร่วมกับเสริมแทนแดงธรรมชาติ อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลกำไรการเสริมแทนแดงสด 200 กรัมให้ผลการทดลองดีที่สุด โดยมีต้นทุนการผลิตไข่ 166 รูปี เท่ากับเงินไทย 56.27 บาท และผลกำไรมากที่สุด 744 รูปี เท่ากับเงินไทย 254.4 บาท ณ เดือนมกราคม 2569 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ แทนแดงเป็นพืชทางเลือกที่ดีเนื่องจากมีราคาที่ถูกลงกว่ากากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร และมีต้นทุนการผลิตแทนแดงต่ำโดยเฉพาะการใช้มูลสัตว์ในการเลี้ยงแทนแดง นอกจากนี้ Abd El-Ghany (2020) กล่าวว่า การเพิ่มแทนแดงลงในอาหารของไก่ไข่ส่งผลให้เปลือกไข่หนาขึ้น จึงช่วยลดโอกาสที่ไข่จะแตกและเป็นการเพิ่มรายได้

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การเสริมแทนแดงสดทดแทนอาหารชั้นระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ในการเลี้ยงไก่ไข่อายุ 82-85 สัปดาห์ ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตใช้กับกลุ่มควบคุม (T1) จึงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่การเสริมแทนแดงสดส่งผลเชิงลบต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่ในการเลี้ยงไก่ไข่อายุ 86-89 สัปดาห์ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) กับทุกกลุ่มการทดลอง ดังนั้นสรุปได้ว่าสามารถใช้แทนแดงสดทดแทนอาหารชั้นได้ระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ เหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ไข่ปลดระหว่างในช่วงอายุ 82-85 สัปดาห์ ดีที่สุดต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนส่วนตัวทดลอง อาหารทดลอง และสถานที่ดำเนินการทดลองวิจัย จากศูนย์เรียนรู้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ และ นันทวัน ช่วยชูวงษ์. (2561). แนวทางในการปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตของไก่ประยะท้ายของการเลี้ยง โดยการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติก พลังงานใช้ประโยชน์ได้และกรดอะมิโนจำเป็นที่ย่อยได้. ใน งานประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ, โอกาสและความท้าทายในการผลิตสัตว์อย่างชาญฉลาดสู่ประเทศไทย ครั้งที่ 7 วันที่ 22-24 สิงหาคม 2561 สารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 35(2) (พิเศษ 2), 519-524.
- นพพร ศิริพานิช. (2563). การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นพวรรณ สมชัย. (2542). การให้อาหารและสูตรอาหารไก่ไข่. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: กองปศุสัตว์สัมพันธ์ กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พงศ์พันธุ์ นันทะศรี. (2565). การศึกษาแผนแดง แหนเปิด และใบไชยา ทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารชั้น. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิพิธภัณฑ์เกษตรเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (องค์การมหาชน).
- วันดี ทาตระกุล, ทินกร ทาตระกุล และ กุลยาภัสร์ วุฒิจาริ. (2555). ประสิทธิภาพการย่อยได้ของแผนแดงในอาหารสุกรรุ่น. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุรียา แก้วทอง, สนทยา มูลศรีแก้ว, ชุศักดิ์พูลมา, กิตติยา ปังสันเทียะ, จีรวรรณ จันทวงศ์ และ พิทวัส คือสูงเนิน. (2564). ผลของการเสริมแผนแดงเล็ก (*Lemna minor* L.) ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, การวิจัยและนวัตกรรมในวิถีปกติใหม่ ครั้งที่ 5 วันที่ 29-30 เมษายน 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- สายัณห์ คำรักษา วันดี ทาตระกุล และวิภา หอมหวาน. (2553). การศึกษาผลผลิตและคุณภาพแผนแดงที่เลี้ยงในบ่อทดลอง. ใน การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง), เกษตรไทยในกระแสการเปลี่ยนแปลงโลก, ครั้งที่ 8 วันที่ 28 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม 2553 มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2565). แหนแดง คืออะไร สารพัดประโยชน์. <https://www.arda.or.th/detail/6318>

- Abd El- Ghany, A. W. (2020). A Review on the Use of Azolla Species on Poultry Production. *Journal World's Poultry Research*, 10(2), 378-384.
<https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2020.44>
- Basak, B., Pramanik, A. H., Tarndar, M. S., & Roy, B. C. (2002). Azolla (*Azolla pinnata*) as a feed ingredient in broiler ration. *Journal Poultry Science*, 1, 24-29.
<https://doi.org/10.3923/IJPS.2002.29.34>
- Bunchasak, C., & Silapasorn, T. (2005). Effect of adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. *Internation Journal of Poultry Science*, 4(5), 301-308. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.301.308>
- Joshi, S. K., Udgata, J., Garnayak, L. M., Rahman, F. H., Phonglosa, A., & Parida, D. (2020). Azolla as Feed Supplementation on Growth Performance and Economics of Vanaraja Birds in Backyard System of North Western Odisha. *Agriculture International*, 42(7), 61-65. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2020/v42i730554>
- Leterme, P., Londono, M. A., Ordonez, C. D., Rosales, A., Estradaa, F., Bindelle, J., & Buldgen, A. (2010). Nutritional value and intake of aquatic ferns (*Azolla filiculoides* Lam. and *Salvinia molesta* Mitchell.) in sows. *Animal Feed Science and Technology*, 155(2010), 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.10.002>
- Macelline, S. P., Toghyani, M., Chrystal, P. V., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2021). Metabolism and nutrition amino acid requirements for laying hens: a comprehensive review. *Journal Poultry Science*, 100(5), 101036. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101036>
- Mahmoud, A., shaaban, E. S., Ahmed, S. A., Nahed, A. E. S., Mahmoud, A. M., Kuldeep, D., & Mayada, F. R. (2024). An update review of Azolla in poultry diets. *Journal World's Poultry*, 80(1), 155-170 <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2271886>
- Mithraja, M. J., J. Marimuthu, M. Mahesh, Z. M. Paul, and S. Jeeva. (2011). Phytochemical Studies on Azolla Pinnata R. BR., Marsilea Minuta L. And Salvinia Molesta Mitch. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(1), S26–S29.
[https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60116-0](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60116-0)
- Rana, D., Katoch, S., Mane, B. G., Rani, D., & Sankhyan, V. (2017). Carcass Characteristic and Physio-chemical Properties of Broiler Chicken Meat Supplemented with *Azolla Pinnata*. *Journal of Animal Research*, 7(6), 1035–1041.
<https://doi.org/10.5958/2277-940X.2017.00155.3>

- Riaz, A., Khan, M. S., Saeed, M., Kamboh, A. A., Khan, R. U., Farooq, Z., Imran, S., & Farid, M. U. (2020). Importance of Azolla plant in poultry production. *World's Poultry Science*, 78(3), 789-802. <https://doi.org/10.1080/00439339.2022.2054752>
- Sanginga, N., & Van Hove, C. (1989). Amino acid composition of Azolla as affected by strains and population density. *Plant and Soil*, 117, 263-267. <https://doi.org/10.1007/BF02220720>
- Swain, B. K., Naik, P. K., Sahoo, S. K., Mishra, S. K., & Kumar, D. (2018). Effect of Feeding of Azolla (*Azolla Pinnata*) on the Performance of White Pekin Laying Ducks. *Journal of Livestock Research*, 8(8), 248-253. https://ijlr.org/ojs_journal/index.php/ijlr/article/view/1668