

EFFECTS OF *Cordyceps militaris* BY-PRODUCTS ON EGG PRODUCTIVITY AND QUALITY OF LAYING HENS

Nguyen Quach Anh Quoc, Nguyen Thi Nhan, Nghi Yen Phung, Nguyen Van Vui*

Tra Vinh University

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 17/4/2025 Revised: 25/7/2025 Published: 25/7/2025 KEYWORDS <i>Cordyceps militaris</i> Productive performance Egg quality Yolk pigmentation Laying hens	The nutrient profile of poultry feed is a critical factor influencing both the quality and functional attributes of chicken eggs. This study evaluated the impact of incorporating <i>Cordyceps militaris</i> by-product into the diets of laying hens on their productive performance and egg quality. A completely randomized design was used, involving five dietary treatments with ascending levels of <i>Cordyceps militaris</i> by-product powder over an 8-week feeding period. Key productivity metrics were monitored daily, while egg quality parameters were analysed weekly. Results demonstrated that dietary supplementation with <i>Cordyceps militaris</i> by-product significantly enhanced reproductive performance, including egg count, laying percentage, egg mass, and feed conversion ratio. Additionally, yolk coloration improved notably in treated groups, showing a clear dose-response effect. In conclusion, enriching laying hen diets with <i>Cordyceps militaris</i> by-product boosts egg productivity and yolk pigmentation. These findings support the potential of this natural supplement in poultry nutrition for the production of high-quality, health-promoting eggs.

ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ PHẨM NẤM ĐÔNG TRÙNG HẠ THẢO LÊN NĂNG SUẤT VÀ CHẤT LƯỢNG TRỨNG CỦA GÀ ĐẼ TRỨNG

Nguyễn Quách Anh Quốc, Nguyễn Thị Nhạn, Nghi Yến Phụng, Nguyễn Văn Vui*

Trường Đại học Trà Vinh

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 17/4/2025 Ngày hoàn thiện: 25/7/2025 Ngày đăng: 25/7/2025 TỪ KHÓA Nấm đông trùng hạ thảo Năng suất sinh sản Chất lượng trứng Màu sắc lòng đỏ Gà đẻ trứng	Thành phần dinh dưỡng của thức ăn là yếu tố then chốt ảnh hưởng đến cả chất lượng và giá trị chức năng của trứng gà. Nghiên cứu này đánh giá tác động của việc bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo (<i>Cordyceps militaris</i>) vào khẩu phần ăn của gà đẻ đối với năng suất và chất lượng trứng. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức tương ứng 5 khẩu phần ăn chứa các mức tăng dần của bột phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo trong thời gian 8 tuần. Các chỉ tiêu về năng suất được theo dõi hằng ngày, trong khi các thông số chất lượng trứng được phân tích hàng tuần. Kết quả cho thấy việc bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo vào khẩu phần ăn đã cải thiện đáng kể các chỉ tiêu năng suất sinh sản như số lượng trứng, tỷ lệ đẻ, khối lượng trứng và hệ số chuyển hóa thức ăn. Ngoài ra, màu sắc lòng đỏ cũng được cải thiện rõ rệt ở các nghiệm thức bổ sung phụ phẩm, với xu hướng tăng theo liều lượng bổ sung. Tóm lại, việc bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo vào khẩu phần ăn của gà đẻ đã cải thiện năng suất trứng và màu sắc lòng đỏ trứng. Những phát hiện này cho thấy tiềm năng ứng dụng của loại phụ phẩm tự nhiên này trong dinh dưỡng gà đẻ nhằm sản xuất trứng chất lượng cao và có lợi cho sức khỏe con người.

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.12620>

* Corresponding author. Email: nvvuity@tvu.edu.vn

1. Giới thiệu

Trứng gà là thực phẩm thiết yếu, cung cấp nhiều dưỡng chất quan trọng cho con người. Trong bối cảnh chất lượng cuộc sống ngày càng nâng cao, người tiêu dùng không chỉ quan tâm đến số lượng mà còn yêu cầu cao về chất lượng và chức năng của thực phẩm. Vì vậy, việc sản xuất trứng giàu dinh dưỡng, đặc biệt thông qua bổ sung chất dinh dưỡng vào khẩu phần ăn của gà đẻ, đang nhận được nhiều sự quan tâm. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh rằng việc bổ sung các phụ gia chức năng khác nhau vào khẩu phần ăn của gà đẻ có thể cải thiện đáng kể giá trị dinh dưỡng của trứng, phù hợp với lợi ích cụ thể từ các chất bổ sung được sử dụng [1], [2]. Do đó, thành phần dinh dưỡng của trứng chịu ảnh hưởng trực tiếp từ thành phần dinh dưỡng trong khẩu phần ăn của gà.

Nấm đông trùng hạ thảo (*Cordyceps militaris*) là một loại nấm thuộc lớp Ascomycetes, từ lâu đã được sử dụng trong y học cổ truyền Đông Á và trong các loại thực phẩm chức năng [3]. Loại nấm này giàu các hợp chất sinh học như cordycepin, polysaccharides, adenosine, glycolipid, glycoprotein, D-mannitol, xanthophylls bao gồm carotenoid, sterol, statin, các hợp chất phenolic, cùng với các vitamin và khoáng chất thiết yếu như magie, kali, selen và lưu huỳnh [4]. Trong số đó, cordycepin là một chất tương tự nucleoside đã được nghiên cứu rộng rãi nhờ các hoạt tính sinh học đa dạng như chống ung thư [5], kháng khuẩn và kháng nấm [6], chống viêm [7], và chống oxy hóa [8]. Ngoài ra, polysaccharides chiết xuất từ nấm đông trùng cũng có các tác dụng chống oxy hóa, chống ung thư, chống viêm và giảm lipid máu [9]. Adenosine còn được biết đến với hiệu quả bảo vệ tim và tiềm năng điều trị suy tim mạn tính [10]. Bên cạnh đó, xanthophylls như lutein và zeaxanthin không chỉ giúp tăng sắc tố lòng đỏ trứng mà còn cải thiện khả năng chống oxy hóa trong trứng [11].

Hiện nay, nấm đông trùng hạ thảo được nuôi phổ biến trên môi trường nhân tạo với sản lượng lớn phục vụ nhu cầu dinh dưỡng. Tuy nhiên, chỉ phần thân nấm được sử dụng thương mại, còn phần rễ gắn với môi trường nuôi thường bị loại bỏ. Gần đây, một số nghiên cứu đã khai thác các phụ phẩm từ nấm đông trùng hạ thảo như polysaccharides, môi trường nuôi cũ và bã thải nấm làm chất bổ sung cho khẩu phần gà đẻ, cho thấy hiệu quả tích cực đối với năng suất và chất lượng trứng [12], [13]. Nhưng hiện tại chưa có công trình nghiên cứu sử dụng rễ nấm đông trùng hạ thảo để bổ sung vào khẩu phần cho gà đẻ. Do đó, việc tận dụng phần rễ nấm đông trùng hạ thảo như một phụ gia thức ăn có tiềm năng rất lớn trong cải thiện năng suất và chất lượng trứng ở gà đẻ. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của việc bổ sung phụ phẩm rễ nấm đông trùng hạ thảo vào khẩu phần ăn đối với năng suất sinh sản và chất lượng trứng.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo: được sản xuất tại Trung tâm Sinh học ứng dụng, Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh.

Vật nuôi: 120 con gà đẻ trứng hồng D310 được cung cấp tại Công ty Trách nhiệm hữu hạn Dabaco - Bình Phước (28 - 35 tuần tuổi).

2.2. Chuẩn bị phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo

Phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo là phần rễ nấm đông trùng sau khi được thu hoạch phần thân tại Trung tâm Sinh học ứng dụng, Khoa Nông nghiệp - Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh. Để nấm đông trùng hạ thảo bao gồm 2 phần là gốc nấm đông trùng hạ thảo và giá thể nuôi nấm. Sau khi thu hoạch để nấm đông trùng hạ thảo, phần gốc nấm được tách khỏi phần giá thể nuôi nấm. Sau đó, phần gốc nấm được sấy khô ở nhiệt độ 50 °C trong vòng 18 giờ. Sau khi phần gốc nấm đã được sấy khô hoàn toàn sẽ được đem đi nghiền mịn thành bột và được bảo quản ở 4 °C đến khi sử dụng.

2.3. Chuẩn bị thức ăn cho gà

Để đảm bảo bột phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo được trộn đều vào trong thức ăn hỗn hợp, thức ăn hỗn hợp được nghiền mịn trước khi trộn với bột nấm đông trùng hạ thảo. Thức ăn sẽ được trộn đều với bột phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo ở các hàm lượng khác nhau (0, 5, 10, 15 và 20 g bột nấm/kg thức ăn). Thức ăn của các nghiệm thức sẽ được chuẩn bị mỗi ngày.

2.4. Quy trình chăm sóc nuôi dưỡng đối với gà thí nghiệm

Trước khi bắt đầu thí nghiệm, gà được nuôi thích nghi trong vòng 4 tuần. Gà được nuôi nhốt trong chuồng lồng, mỗi lồng chứa 3 con và được chiếu sáng 16 giờ mỗi ngày. Thức ăn được bổ sung với các mức nồng độ khác nhau của phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo, được cho ăn 2 lần mỗi ngày. Nước uống cũng được cho uống tự do và thay mới hai lần/ngày. Tất cả gà tham gia thí nghiệm đều đã được tiêm phòng vaccine phòng bệnh truyền nhiễm và ký sinh trùng. Gà được cho ăn thức ăn hỗn hợp NaSa của Công ty cổ phần chăn nuôi CP Việt nam, loại dành riêng cho gà đẻ. Thành phần dinh dưỡng của thức ăn được trình bày trong Bảng 1. Rễ nấm đông trùng được phân tích cho thấy hai thành phần dinh dưỡng chính là adenosin và cordycepin, với hàm lượng lần lượt là 2,92 mg/g và 2,21 mg/g.

Bảng 1. Thành phần dinh dưỡng của thức ăn hỗn hợp cho gà đẻ

Thành phần	Tỷ lệ (%)
Crude protein (min)	17,5
Crude fiber (max)	7,0
Calcium (min – max)	3 - 6
Total phosphorus (min – max)	0,4 – 1,8
Lysine (min)	0,5
Methionine + Cystine (min)	0,5

2.5. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 5 nghiệm thức tương ứng với 5 mức độ: 0, 5, 10, 15 và 20 g/kg của phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo được bổ sung vào trong thức ăn của gà đẻ. Mỗi đơn vị thí nghiệm có 6 cá thể gà (3 cá thể/lồng) với 4 lần lặp lại, tương đương $6 \times 4 = 24$ cá thể gà/nghiệm thức. Tổng cá thể gà được sử dụng trong thí nghiệm là $24 \times 5 = 120$ cá thể.

2.6. Phương pháp đánh giá năng suất sinh sản

Mỗi con gà thí nghiệm được cân vào đầu và cuối của giai đoạn thí nghiệm. Các chỉ tiêu theo dõi gồm: lượng thức ăn tiêu thụ, khối lượng trứng, số lượng trứng, tỷ lệ đẻ (%), được ghi nhận hàng ngày theo hướng dẫn của Dogan [14]. Khối lượng trứng tích lũy được tính bằng khối lượng trứng trung bình nhân với tỷ lệ đẻ. Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) là tỷ lệ giữa lượng thức ăn tiêu thụ và khối lượng trứng tạo ra. Các chỉ tiêu năng suất được đánh giá theo từng lần lặp lại và trình bày dưới dạng giá trị trung bình theo chu kỳ 2 tuần/lần trong suốt 8 tuần.

2.7. Phương pháp đánh giá các chỉ số về chất lượng trứng

Trong suốt 8 tuần thí nghiệm, mỗi tuần có tổng cộng 24 quả trứng (6 quả trứng cho mỗi lần lặp lại) được chọn ngẫu nhiên từ mỗi nghiệm thức để đánh giá các chỉ tiêu chất lượng trứng. Các chỉ tiêu được phân tích bao gồm: khối lượng lòng đỏ, khối lượng lòng trắng, khối lượng vỏ, chỉ số lòng trắng, chỉ số lòng đỏ, chỉ số hình dạng, độ dày vỏ trứng, đơn vị Haugh và màu sắc lòng đỏ. Tất cả các chỉ tiêu này được xác định theo phương pháp của Kirubakaran [15].

2.8. Phương pháp phân tích số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm SPSS phiên bản 22. Phân tích phương sai (ANOVA) và tukey test được sử dụng để so sánh giá trị trung bình các nghiệm thức. Các giá trị trung bình được xem là khác nhau có ý nghĩa thống kê khi $P \leq 0,05$.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo đến năng suất sinh sản

Ảnh hưởng của việc bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo đến năng suất sinh sản của gà đẻ được trình bày trong Bảng 2. Kết quả cho thấy, mặc dù khối lượng cơ thể và khối lượng trứng có xu hướng tăng nhẹ ở các nhóm bổ sung, nhưng sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nhóm đối chứng ($P > 0,05$). Tuy nhiên, lượng thức ăn tiêu thụ tăng rõ rệt ở nhóm bổ sung 20 g/kg trong giai đoạn từ tuần 30 đến 35 ($P < 0,05$). Sản lượng trứng tăng theo mức bổ sung, trong đó nhóm 20 g/kg đạt sản lượng cao nhất, vượt trội so với đối chứng ($P < 0,05$). Tỷ lệ đẻ và khối lượng trứng cũng được cải thiện đáng kể ở các nhóm bổ sung ($P < 0,05$), với xu hướng tăng theo liều lượng. Đặc biệt, hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) giảm rõ rệt ở các nhóm bổ sung so với đối chứng ($P < 0,05$), cho thấy hiệu quả sử dụng thức ăn được nâng cao, dù sự khác biệt FCR giữa các nhóm bổ sung không đáng kể ($P > 0,05$).

Bảng 2. Ảnh hưởng của bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo đến năng suất sinh sản

Chỉ tiêu	Giai đoạn	Thí nghiệm					P
		NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	
Khối lượng cơ thể (kg)	Khối lượng đầu	1,43 ± 0,01	1,43 ± 0,02	1,45 ± 0,03	1,42 ± 0,01	1,46 ± 0,01	0,081
	Khối lượng cuối	1,51 ± 0,01	1,50 ± 0,02	1,53 ± 0,03	1,51 ± 0,02	1,54 ± 0,01	0,099
	Tăng trọng	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,135
Lượng ăn vào (g/con/ngày)	Tuần 28-29	91,41 ± 1,10	90,77 ± 1,06	91,26 ± 1,87	90,59 ± 1,62	92,00 ± 0,39	0,588
	Tuần 30-31	94,79 ± 0,15 ^b	94,56 ± 0,11 ^b	94,42 ± 0,26 ^b	94,76 ± 0,47 ^b	95,93 ± 0,16 ^a	< 0,001
	Tuần 32-33	94,48 ± 0,13 ^b	94,63 ± 0,17 ^b	94,75 ± 0,24 ^b	94,80 ± 0,13 ^b	95,53 ± 0,16 ^a	< 0,001
	Tuần 34-35	94,35 ± 0,09 ^c	94,32 ± 0,04 ^c	94,44 ± 0,15 ^{bc}	94,63 ± 0,11 ^b	95,19 ± 0,09 ^a	< 0,001
Khối lượng trứng (g)	Tuần 28-29	52,09 ± 0,86	52,90 ± 0,98	52,47 ± 0,83	52,19 ± 0,68	52,48 ± 0,78	0,577
	Tuần 30-31	54,97 ± 1,41	54,34 ± 0,86	54,72 ± 0,43	54,12 ± 0,71	53,68 ± 0,80	0,340
	Tuần 32-33	54,56 ± 0,96	54,91 ± 0,50	55,47 ± 0,73	55,06 ± 1,04	53,84 ± 0,71	0,113
	Tuần 34-35	55,40 ± 0,18	54,97 ± 0,64	55,94 ± 0,72	55,69 ± 0,83	54,44 ± 0,94	0,067
Số lượng trứng (trứng/con/tuần)	Tuần 28-29	5,20 ± 0,08 ^b	5,95 ± 0,24 ^a	6,00 ± 0,31 ^a	6,01 ± 0,31 ^a	6,06 ± 0,20 ^a	0,001
	Tuần 30-31	5,16 ± 0,12 ^b	5,91 ± 0,35 ^a	5,93 ± 0,18 ^a	5,97 ± 0,09 ^a	6,04 ± 0,25 ^a	< 0,001
	Tuần 32-33	5,15 ± 0,20 ^b	5,73 ± 0,23 ^a	5,85 ± 0,17 ^a	5,96 ± 0,14 ^a	6,08 ± 0,31 ^a	< 0,001
	Tuần 34-35	5,32 ± 0,16 ^b	5,84 ± 0,23 ^a	5,86 ± 0,10 ^a	5,93 ± 0,24 ^a	6,03 ± 0,28 ^a	0,003
Tỷ lệ đẻ (%)	Tuần 28-29	74,35 ± 1,19 ^b	85,00 ± 3,46 ^a	85,71 ± 4,45 ^a	85,96 ± 4,46 ^a	86,72 ± 2,94 ^a	0,001
	Tuần 30-31	73,74 ± 1,78 ^b	84,53 ± 5,08 ^a	84,76 ± 2,61 ^a	85,32 ± 1,38 ^a	86,37 ± 3,70 ^a	< 0,001
	Tuần 32-33	73,63 ± 2,86 ^b	82,00 ± 3,31 ^a	83,69 ± 2,53 ^a	85,20 ± 2,07 ^a	86,84 ± 4,30 ^a	< 0,001
	Tuần 34-35	76,00 ± 2,30 ^b	83,53 ± 3,34 ^a	83,73 ± 1,51 ^a	84,73 ± 3,52 ^a	86,20 ± 4,12 ^a	0,003
Khối lượng trứng tích lũy (g)	Tuần 28-29	38,73 ± 0,55 ^b	44,95 ± 1,30 ^a	44,97 ± 2,40 ^a	44,87 ± 2,59 ^a	45,75 ± 1,69 ^a	< 0,001
	Tuần 30-31	40,52 ± 0,65 ^b	45,91 ± 2,15 ^a	46,37 ± 1,15 ^a	46,18 ± 1,24 ^a	46,39 ± 2,62 ^a	0,001
	Tuần 32-33	40,17 ± 1,84 ^b	45,01 ± 1,63 ^a	46,41 ± 1,41 ^a	46,91 ± 1,40 ^a	46,74 ± 1,82 ^a	< 0,001
	Tuần 34-35	42,11 ± 1,35 ^b	45,93 ± 2,26 ^{ab}	46,85 ± 1,41 ^a	47,17 ± 1,72 ^a	46,94 ± 2,79 ^a	0,013
FCR (g thức ăn/g trứng)	Tuần 28-29	2,36 ± 0,05 ^a	2,02 ± 0,05 ^b	2,03 ± 0,11 ^b	2,02 ± 0,15 ^b	2,01 ± 0,08 ^b	0,001
	Tuần 30-31	2,34 ± 0,03 ^a	2,06 ± 0,09 ^b	2,03 ± 0,04 ^b	2,05 ± 0,05 ^b	2,07 ± 0,11 ^b	< 0,001
	Tuần 32-33	2,35 ± 0,11 ^a	2,10 ± 0,07 ^b	2,04 ± 0,06 ^b	2,02 ± 0,06 ^b	2,04 ± 0,07 ^b	< 0,001
	Tuần 34-35	2,24 ± 0,07 ^a	2,05 ± 0,10 ^{ab}	2,01 ± 0,06 ^b	2,00 ± 0,07 ^b	2,03 ± 0,12 ^b	0,014

Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn. Các chữ cái (a, b hoặc c) khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thí nghiệm ($P < 0,05$). NT1 là nhóm đối chứng, trong khi NT2, NT3, NT4 và NT5 lần lượt tương ứng với mức bổ sung 5, 10, 15 và 20 g phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo/kg thức ăn.

3.2. Ảnh hưởng của bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo đến chất lượng trứng

Bảng 3 thể hiện ảnh hưởng của bổ sung nấm đông trùng hạ thảo vào khẩu phần ăn đến chất lượng trứng trong suốt 8 tuần thí nghiệm. Kết quả cho thấy phần lớn các chỉ tiêu chất lượng trứng như khối lượng lòng đỏ, lòng trắng, chỉ số lòng đỏ, chỉ số lòng trắng, chỉ số hình dạng, độ dày vỏ và đơn vị Haugh không có sự khác biệt đáng kể giữa các nhóm thí nghiệm ($P > 0,05$). Tuy nhiên, bổ

sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo có ảnh hưởng rõ rệt đến màu sắc lòng đỏ trứng. Cụ thể, mức bổ sung càng cao thì màu vàng của lòng đỏ càng đậm, trong khi ở các mức bổ sung thấp hơn, lòng đỏ có màu nhạt hơn. Đáng chú ý, gà được bổ sung 15 g/kg và 20 g/kg phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo cho màu lòng đỏ đậm nhất, với điểm màu cao hơn rõ rệt so với nhóm đối chứng ($P < 0,05$).

Bảng 3. Ảnh hưởng của bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo đến chất lượng trứng

Chỉ tiêu	Giai đoạn	Thí nghiệm					P
		NT1	NT2	NT3	NT4	NT5	
Khối lượng lòng trắng (%)	Tuần 28-29	61,03 ± 0,75	61,08 ± 0,70	61,94 ± 0,49	61,54 ± 0,94	61,61 ± 0,54	0,362
	Tuần 30-31	62,09 ± 0,22	62,27 ± 1,39	62,26 ± 1,08	61,30 ± 1,85	61,31 ± 1,66	0,714
	Tuần 32-33	61,03 ± 0,58	60,88 ± 1,21	60,52 ± 1,12	60,64 ± 0,54	60,69 ± 1,06	0,944
	Tuần 34-35	61,06 ± 0,98	60,87 ± 1,02	60,55 ± 0,37	60,31 ± 0,30	61,10 ± 0,46	0,474
Khối lượng lòng đỏ (%)	Tuần 28-29	26,39 ± 0,82	26,58 ± 0,79	26,38 ± 0,81	26,22 ± 0,54	26,32 ± 0,56	0,968
	Tuần 30-31	26,17 ± 0,49	26,21 ± 0,33	26,12 ± 0,57	26,22 ± 1,41	26,36 ± 1,74	0,998
	Tuần 32-33	26,41 ± 0,75	26,49 ± 0,89	26,93 ± 0,65	26,84 ± 0,3	26,83 ± 0,67	0,784
	Tuần 34-35	26,71 ± 0,77	26,44 ± 0,72	26,85 ± 0,61	26,94 ± 0,23	26,50 ± 0,51	0,729
Khối lượng vỏ (%)	Tuần 28-29	12,34 ± 0,19	12,35 ± 0,68	12,23 ± 0,15	12,22 ± 0,55	12,18 ± 0,24	0,979
	Tuần 30-31	12,27 ± 0,15	12,26 ± 0,28	12,22 ± 0,56	12,17 ± 0,34	12,19 ± 0,48	0,994
	Tuần 32-33	12,30 ± 0,26	12,37 ± 0,17	12,37 ± 0,39	12,42 ± 0,15	12,38 ± 0,39	0,987
	Tuần 34-35	12,35 ± 0,42	12,43 ± 0,28	12,34 ± 0,24	12,36 ± 0,38	12,35 ± 0,16	0,993
Chỉ số hình dạng	Tuần 28-29	0,770 ± 0,006	0,764 ± 0,010	0,773 ± 0,006	0,765 ± 0,016	0,771 ± 0,008	0,683
	Tuần 30-31	0,766 ± 0,006	0,759 ± 0,012	0,769 ± 0,004	0,765 ± 0,004	0,761 ± 0,008	0,483
	Tuần 32-33	0,775 ± 0,011	0,769 ± 0,012	0,768 ± 0,012	0,763 ± 0,006	0,763 ± 0,004	0,226
	Tuần 34-35	0,762 ± 0,012	0,752 ± 0,008	0,753 ± 0,009	0,747 ± 0,017	0,749 ± 0,005	0,401
Chỉ số lòng trắng	Tuần 28-29	0,029 ± 0,001	0,030 ± 0,002	0,030 ± 0,001	0,031 ± 0,003	0,031 ± 0,002	0,837
	Tuần 30-31	0,031 ± 0,000	0,031 ± 0,000	0,031 ± 0,002	0,029 ± 0,001	0,030 ± 0,000	0,205
	Tuần 32-33	0,030 ± 0,002	0,030 ± 0,001	0,029 ± 0,000	0,030 ± 0,001	0,029 ± 0,001	0,726
	Tuần 34-35	0,028 ± 0,001	0,027 ± 0,001	0,026 ± 0,000	0,027 ± 0,002	0,028 ± 0,000	0,619
Chỉ số lòng đỏ	Tuần 28-29	0,343 ± 0,008	0,346 ± 0,021	0,331 ± 0,018	0,335 ± 0,008	0,340 ± 0,009	0,616
	Tuần 30-31	0,340 ± 0,014	0,342 ± 0,010	0,335 ± 0,004	0,340 ± 0,010	0,343 ± 0,005	0,820
	Tuần 32-33	0,343 ± 0,014	0,344 ± 0,009	0,333 ± 0,017	0,333 ± 0,011	0,334 ± 0,018	0,701
	Tuần 34-35	0,362 ± 0,007	0,363 ± 0,010	0,352 ± 0,003	0,357 ± 0,011	0,364 ± 0,011	0,339
Đơn vị Haugh	Tuần 28-29	90,64 ± 1,14	89,59 ± 2,80	91,00 ± 1,91	91,33 ± 2,86	92,55 ± 2,42	0,508
	Tuần 30-31	92,62 ± 0,36	92,60 ± 2,11	92,90 ± 2,67	91,45 ± 0,79	92,12 ± 0,80	0,739
	Tuần 32-33	89,88 ± 2,67	90,25 ± 1,04	89,72 ± 0,85	90,88 ± 0,91	90,46 ± 1,13	0,815
	Tuần 34-35	88,85 ± 2,27	89,06 ± 1,34	88,69 ± 0,78	88,90 ± 2,33	89,22 ± 0,77	0,992
Độ dày vỏ (mm)	Tuần 28-29	0,318 ± 0,002	0,320 ± 0,004	0,321 ± 0,007	0,321 ± 0,002	0,321 ± 0,002	0,891
	Tuần 30-31	0,315 ± 0,004	0,312 ± 0,005	0,316 ± 0,002	0,315 ± 0,004	0,313 ± 0,004	0,761
	Tuần 32-33	0,317 ± 0,002	0,318 ± 0,002	0,320 ± 0,005	0,321 ± 0,002	0,322 ± 0,002	0,332
	Tuần 34-35	0,320 ± 0,004	0,321 ± 0,002	0,322 ± 0,002	0,322 ± 0,002	0,322 ± 0,005	0,815
Điểm màu lòng đỏ	Tuần 28-29	12,40 ± 0,37	12,41 ± 0,15	12,40 ± 0,31	12,59 ± 0,12	12,56 ± 0,07	0,643
	Tuần 30-31	12,81 ± 0,07 ^c	13,18 ± 0,23 ^b	13,50 ± 0,25 ^{ab}	13,62 ± 0,10 ^a	13,66 ± 0,06 ^a	< 0,001
	Tuần 32-33	12,62 ± 0,14 ^c	13,22 ± 0,15 ^b	13,31 ± 0,12 ^b	13,87 ± 0,14 ^a	14,00 ± 0,20 ^a	< 0,001
	Tuần 34-35	12,84 ± 0,12 ^d	13,31 ± 0,37 ^{cd}	13,56 ± 0,23 ^{bc}	14,00 ± 0,35 ^{ab}	14,37 ± 0,14 ^a	< 0,001

Ghi chú: Dữ liệu được trình bày dưới dạng trung bình ± độ lệch chuẩn. Các chữ cái (a, b, c hoặc d) khác nhau trong cùng một hàng biểu thị sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các thí nghiệm (P < 0,05). NT1 là nhóm đối chứng, trong khi NT2, NT3, NT4 và NT5 lần lượt tương ứng với mức bổ sung 5, 10, 15 và 20 g phụ phẩm nấm đông trùng/kg thức ăn.

3.3. Thảo luận

3.3.1. Năng suất sinh sản

Kết quả cho thấy việc bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo không ảnh hưởng đáng kể đến khối lượng cơ thể và khối lượng trứng. Điều này phù hợp với các nghiên cứu trước đây khi việc bổ sung các sản phẩm phụ từ thảo dược hoặc nấm vào khẩu phần ăn gia cầm không tạo ra

tác động rõ rệt đến tăng trưởng hoặc khối lượng trứng [16], [17]. Qua đó cho thấy rằng, mặc dù phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo có thể chứa nhiều hợp chất hoạt tính sinh học, nhưng ở các mức bổ sung được khảo sát, chúng không thể hiện tác dụng đồng hóa mạnh mẽ. Tuy nhiên, lượng thức ăn tiêu thụ lại tăng rõ rệt ở nhóm bổ sung 20 g/kg, điều này cho thấy khả năng làm tăng độ hấp dẫn của khẩu phần ăn hoặc có thể là do tác động kích thích cảm giác thèm ăn. Kết quả này khác biệt so với nghiên cứu của Wang [12], trong đó việc bổ sung phụ phẩm môi trường nuôi cấy nấm đông trùng lại làm giảm lượng thức ăn tiêu thụ ở gà đẻ. Sự khác biệt này có thể bắt nguồn từ đặc tính khác nhau của các loại phụ phẩm nấm đông trùng được sử dụng.

Các chỉ tiêu năng suất trứng như số lượng trứng, tỷ lệ đẻ và khối lượng trứng đều tăng đáng kể ở các nhóm bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo, đặc biệt ở liều cao. Hiệu quả này có mối liên hệ tỷ lệ thuận với mức bổ sung, có thể do tác dụng điều hòa miễn dịch và hỗ trợ chuyển hóa của nấm, giúp cải thiện sức khỏe và chức năng sinh sản của gà [18]. Những kết quả này hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu trước đây liên quan đến việc sử dụng nấm đông trùng nhằm cải thiện năng suất sinh sản ở gà đẻ, như nghiên cứu của Chen [13] sử dụng polysaccharide từ nấm đông trùng và nghiên cứu của Wang [12] sử dụng phụ phẩm môi trường nuôi cấy nấm này, đều ghi nhận những cải thiện đáng kể về số lượng trứng, tỷ lệ đẻ và FCR.

3.3.2. Chất lượng trứng

Về chất lượng trứng, các thông số như khối lượng lòng đỏ, lòng trắng, vỏ trứng, chỉ số lòng đỏ, chỉ số lòng trắng, độ dày vỏ và chỉ số Haugh không có sự khác biệt đáng kể giữa các nhóm, cho thấy phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo không ảnh hưởng tiêu cực đến cấu trúc và chất lượng trứng. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Chen [13], trong đó việc bổ sung polysaccharide từ nấm đông trùng hạ thảo vào khẩu phần ăn gà đẻ không làm thay đổi các chỉ tiêu như chiều cao lòng trắng, chỉ số hình dạng, chỉ số Haugh, độ bền và độ dày vỏ trứng. Tuy nhiên, nghiên cứu của Wang [12] lại cho thấy kết quả khác biệt khi sử dụng phụ phẩm môi trường nuôi cấy, với sự cải thiện rõ rệt ở khối lượng lòng trắng và độ bền vỏ trứng. Sự khác biệt có thể do liều lượng, dạng sử dụng, nguồn gốc nấm và các yếu tố như điều kiện nuôi, giống gà, tuổi và khẩu phần ăn. Điều này cho thấy cần chuẩn hóa điều kiện thực nghiệm để đánh giá chính xác hơn hiệu quả của nấm đông trùng trong chăn nuôi.

Một điểm nổi bật trong nghiên cứu này là sắc tố lòng đỏ trứng tăng lên rõ rệt, đặc biệt ở các nhóm bổ sung 15 g/kg và 20 g/kg phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo. Màu sắc lòng đỏ là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự lựa chọn của người tiêu dùng và giá trị thương mại của trứng. Sự gia tăng sắc tố này chủ yếu do sự tích lũy carotenoid – các hợp chất mà gà không tự tổng hợp được mà phải hấp thu từ thức ăn [19]. Sau khi tiêu hóa, carotenoid được hấp thu tại ruột, chuyển vào máu, rồi tích lũy vào lòng đỏ thông qua quá trình vận chuyển đến gan và buồng trứng [20].

Các sắc tố chính tạo màu vàng cho lòng đỏ thuộc nhóm xanthophyll – một nhóm oxycarotenoid cũng có vai trò tạo màu ở da, chân, mỏ, mào và lông gà. Nấm đông trùng hạ thảo là nguồn giàu carotenoid tự nhiên, đặc biệt là cordyxanthin – một loại xanthophyll chiếm tới 86,7% tổng lượng carotenoid trong loài này, nổi bật với khả năng tan trong nước cao, giúp hấp thu hiệu quả hơn trong cơ thể [21]. Nhờ đặc tính này, cordyxanthin được xem là nguồn bổ sung sắc tố tự nhiên tiềm năng, vượt trội so với các carotenoid truyền thống như β -carotene, lycopene, lutein và zeaxanthin cả trong ngành thực phẩm và thực phẩm chức năng. Kết quả của nghiên cứu hiện tại phù hợp với các nghiên cứu trước đó của Wang [12] và Chen [13], khi cả hai đều ghi nhận sự cải thiện rõ rệt về màu sắc lòng đỏ trứng sau khi bổ sung *Cordyceps militaris* vào khẩu phần ăn.

4. Kết luận và đề nghị

Việc bổ sung phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo vào khẩu phần ăn của gà đẻ với liều lượng từ 15–20 g/kg thức ăn được đánh giá là mức tối ưu, giúp tăng cường sắc tố tự nhiên của lòng đỏ trứng và duy trì năng suất sinh sản ổn định. Những kết quả đạt được trong nghiên cứu không chỉ khẳng định giá trị sinh học của phụ phẩm nấm đông trùng hạ thảo, mà còn mở ra hướng đi mới

trong việc ứng dụng dược liệu tự nhiên vào chăn nuôi theo hướng an toàn, bền vững và có lợi cho sức khỏe cộng đồng. Từ các kết quả nghiên cứu, tác giả khuyến nghị sử dụng bột phụ phẩm rế nấm đông trùng hạ thảo ở liều lượng 15–20 g/kg bổ sung vào khẩu phần gà để trứng đề tăng năng suất và chất lượng trứng.

Lời cảm ơn

Kết quả nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Trà Vinh thông qua hợp đồng số 44/2024/HĐ.HĐKH&ĐT-ĐHTV.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] R. Abou-Elkhair, S. Selim, and E. Hussein, "Effect of supplementing layer hen diet with phytogetic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents," *Anim. Nutr.*, vol. 4, pp. 394–400, 2018.
- [2] V. V. Nguyen, H. O. Duong, T. K. Q. Nguyen, T. L. Nguyen, K. Nang, and H. P. Nhan, "the impact of adding Spirulina algae to drinking water on the productivity, egg quality, yolk lipid oxidation, and blood biochemistry of laying hens," *Adv. Anim. Vet. Sci.*, vol. 12, no. 9, pp. 1654–1663, 2024.
- [3] R. R. M. Paterson, "Cordyceps - A traditional Chinese medicine and another fungal therapeutic biofactory?" *Phytochemistry*, vol. 69, no. 7, pp. 1469–1495, 2008, doi: 10.1016/j.phytochem.2008.01.027.
- [4] K. J. Jędrejko, J. Lazur, and B. Muszyńska, "Cordyceps militaris: An overview of its chemical constituents in relation to biological activity," *Foods*, vol. 10, no. 11, 2021, Art. no. 2634, doi: 10.3390/foods10112634.
- [5] Y. Jin, X. Meng, Z. Qiu, Y. Su, P. Yu, and P. Qu, "Anti-tumor and anti-metastatic roles of cordycepin, one bioactive compound of Cordyceps militaris," *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 25, no. 5, pp. 991–995, 2018.
- [6] Y. Wang, Z. Pei, Z. Lou, and H. Wang, "Evaluation of anti-biofilm capability of Cordycepin against *Candida albicans*," *Infect. Drug Resist.*, vol. 5, no. 14, pp. 435–448, 2021.
- [7] L. Tan *et al.*, "Anti-inflammatory effects of cordycepin: A review," *Phyther. Res.*, vol. 10, pp. 1–14, 2020.
- [8] M. T. He, A. Y. Lee, C. H. Park, and E. J. Cho, "Protective effect of cordyceps militaris against hydrogen peroxide-induced oxidative stress in vitro," *Nutr. Res. Pract.*, vol. 13, no. 4, pp. 279–285, 2019, doi: 10.4162/nrp.2019.13.4.279.
- [9] M. Miao, W. Q. Yu, Y. Li, Y. L. Sun, and S. D. Guo, "Structural elucidation and activities of cordyceps militaris-Derived Polysaccharides: A review," *Front. Nutr.*, vol. 9, 2022, Art. no. 898674, doi: 10.3389/fnut.2022.898674.
- [10] M. Asakura *et al.*, "Impact of Adenosine receptor signaling and metabolism on pathophysiology in patients with chronic heart failure," *Hypertens. Res.*, vol. 30, no. 9, pp. 781–787, 2007.
- [11] Y.-C. Chou *et al.*, "Current progress regarding Cordyceps militaris, its metabolite function, and its production," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 11, 2024, Art. no. 4610.
- [12] C.-L. Wang, C.-J. Chiang, Y.-P. Chao, B. Yu, and T.-T. Lee, "Effect of Cordyceps Militaris Waster medium on production performance, egg traits and egg yolk cholesterol of laying hens," *J. Poult. Sci.*, vol. 52, pp. 188–196, 2015.
- [13] X. Chen, Y. Zhang, W. Ma, Y. Zhu, X. Wu, and Z. Wang, "Effects of cordyceps militaris polysaccharide on egg production, egg quality and caecal microbiota of layer hens," *Journal of World's Poultry Research*, vol. 10, no. 1, pp. 41–51, 2020, doi: 10.36380/JWPR.2020.6.
- [14] S. C. Dogan, M. Baylan, Z. Erdogan, G. C. Akpinar, A. Kucukgul, and V. Duzguner, "Performance, egg quality and serum parameters of Japanese quails fed diet supplemented with Spirulina platensis," *Fresenius Environ. Bull.*, vol. 25, no. 12, pp. 5857–5862, 2016.
- [15] A. Kirubakaran, D. Narahari, T. E. Valavan, and A. S. Kumar, "Effects of flaxseed, sardines, pearl millet, and holy basil leaves on production traits of layers and fatty acid composition of egg yolks," *Poult. Sci.*, vol. 90, no. 1, pp. 147–156, 2011, doi: 10.3382/ps.2008-00152.
- [16] A. Kirubakaran, D. Narahari, T. E. Valavan, and A. S. Kumar, "Effects of flaxseed, sardines, pearl millet, and holy basil leaves on production traits of layers and fatty acid composition of egg yolks," *Poult. Sci.*, vol. 90, pp. 147–156, 2011.
- [17] A. Karageorgou *et al.*, "The influence of dietary supplementation with oyster mushroom waste on laying hens' performance, egg quality and immune parameters," *Poult. Sci.*, vol. 103, 2024, Art. no. 104320.
- [18] Y.-H. Cheng, Y.-C. Hsieh, and Y.-H. Yu, "Effect of Cordyceps militaris hot water extract on immunomodulation-associated gene expression in broilers, Gallus gallus," *J. Poult. Sci.*, vol. 56, no. 2, pp. 128–139, 2019.
- [19] K. Kljak, M. Duvnjak, D. Bedeković, G. Kis, Z. Janjčić, and D. Grbesa, "Commercial corn hybrids as a single source of dietary Carotenoids: Effect on egg yolk Carotenoid profile and pigmentation," *Sustainability*, vol. 13, no. 21, 2021, Art. no. 12287.
- [20] S. Kojima, S. Koizumi, Y. Kawami, Y. Shigeta, and A. Osawa, "Effect of dietary Carotenoid on egg yolk color and singlet oxygen quenching activity of laying hens," *Japan Poult. Sci. Assoc.*, vol. 59, no. 2, pp. 137–142, 2022.
- [21] J. Z. Dong *et al.*, "Composition and characterization of cordyxanthins from Cordyceps militaris fruit bodies," *J. Funct. Foods*, vol. 5, no. 3, pp. 1450–1455, 2013, doi: 10.1016/j.jff.2013.06.002.