

동충하초 첨가 사료가 달걀의 품질 및 조성에 미치는 영향

아이만 투르크¹ · 김민희¹ · 정소영¹ · 김범석^{1,2} · 우성이³ · 이원호⁴ · 이미경^{1,*}

¹충북대학교 약학대학

²씨앤지유기농

³완도군농업기술센터

⁴산림버섯연구소

Quality and composition of eggs laid by hens fed with *Cordyceps militaris*-supplemented feed

Ayman Turk¹, Min Hee Kim¹, So Yeong Jeong¹, Beom Seok Kim^{1,2}, Sung-I Woo³,
Won Ho Lee⁴, and Mi Kyeong Lee^{1,*}

¹College of Pharmacy, Chungbuk National University, Cheongju 28160, Korea

²C&G Agricultural Association Co., Sejong 30067, Korea

³Wando Agricultural Technology Center, Chonnam 59112, Korea

⁴Forest Mushroom Research Institute, Gyeonggi 12653, Korea

ABSTRACT: Owing to its excellent nutritional value, eggs are among the most important components of the human diet. Gender and environmental factors, such as feed composition, may alter the nutritional profile and quality of eggs. Feed additives have recently been used to enhance the health and productivity of hens, which has resulted in the production of higher-quality eggs. The fungus *Cordyceps militaris*, a well-established source of traditional medicines, contains potential bioactive metabolites, which prompted us to examine the effects of *C. militaris*-supplemented diets on the quality of hens' eggs. The hens of two species (*Gallus gallus domesticus* and *Araucana*) were fed with one of three different diets: a control diet and diets supplemented with 2% or 5% of *C. militaris*. Egg quality was determined by measuring the Haugh Unit, yolk color, and shell thickness. In addition, egg and shell densities together with the ratio of yolk to albumen were calculated. Eggshell thickness and yolk color were both enhanced by the addition of *C. militaris*, whereas Haugh Unit values were somewhat reduced. Egg size, eggshell weight, and yolk and albumen production were all enhanced by *C. militaris* supplementation. Notably, in hens fed the 2% *C. militaris*-supplemented diet, enhancement was more evident in the yolk than in the albumen. The overall quality of the egg yolk was enhanced when 2% *C. militaris* was added to the hens' diet, which led to increases in both yolk color and quantity. Eggshell thickness and weight were also higher among eggs laid by hens fed the supplemented diets. Although these effects differed depending on the chicken species, we established that, in general, *C. militaris* contributes to improving egg quality.

J. Mushrooms 2022 December, 20(4):254-257
http://dx.doi.org/10.14480/JM.2022.20.4.254
Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853
© The Korean Society of Mushroom Science

Ayman Turk(Researcher), Min Hee Kim(Student), So Yeong Jeong (Student), Beom Seok Kim(Researcher), Sung-I Woo(Researcher), Won Ho Lee(Researcher), Mi Kyeong Lee(Professor)

*Corresponding author

E-mail : mkleee@chungbuk.ac.kr

Tel : +82-43-261-2818, Fax : +82-43-268-2732

Received November 08, 2022

Revised December 12, 2022

Accepted December 21, 2022

KEYWORDS: Albumen, *Cordyceps militaris*, Eggshell, Egg quality, Yolk

달걀은 전 세계적으로 중요한 식품의 하나로 오랫동안 꾸준히 소비되고 있으며 최근 비건 등 식생활의 변화로 인하여 더욱 그 소비가 증가하고 있다. 달걀은 양질의 단백질 및 다양한 필수 미량원소 등을 함유하여 우수한 영양학적 가치를 가지고 있어 인류의 건강에 기여하고 있다 (Ruxton *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2015). 또한 건강에 대한 관심 증가로 인하여 우수한 품질의 달걀에 대한 관심 및 소비가 증가하고 있다 (Dahmani *et al.*, 2022; Loria-Kohen *et al.*, 2022).

달걀의 품질은 닭의 품종에 따라 달라지며 생육환경에

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

따른 영향도 큰 것으로 알려져 있다. 따라서 우수 품종의 개발 및 생육환경의 개선 등을 통하여 우수한 달걀을 생산하려는 시도가 진행되고 있다. 우수한 달걀의 생산을 위한 방법으로 달걀의 사료에 천연물 및 유산균 등의 첨가 등 사료 조성을 최적화하고 이를 통하여 닭의 성장 개선 및 이로 인한 달걀의 품질을 증가시키는 연구가 보고되고 있다 (Amevor *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022). 또한 달걀의 품질 향상 및 신선도 증가를 위하여 항균 물질의 처리, 달걀 껍질의 향상 등 다양한 연구가 진행되고 있다 (Yuceer *et al.*, 2014; Entezari *et al.*, 2022).

동충하초 (*Cordyceps militaris*)는 동충하초과(Clavicipitaceae)에 속하는 약용버섯으로 그 생육특성으로 인하여 동충하초(冬蟲夏草)라는 이름이 유래하였다. 우리나라, 중국을 비롯한 아시아에서 면역증강 및 항암 등의 효능으로 주요한 약제로 사용되고 있다. 동충하초는 코디세핀(cordycepin)을 비롯하여 다당류, 단백질 등 여러 유효성분을 포함하고 있으며 (Zhang *et al.*, 2019; Das *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2013), 항암, 항당뇨, 대사질환 개선, 항바이러스 등 다양한 약리 활성이 보고되어 있다 (Leung *et al.*, 2009; Miao *et al.*, 2022; Quy and Xuan, 2019; Das *et al.*, 2021; Kim *et al.*, 2014). 닭은 생육과정에서 여러 질병에 노출되며 이는 닭의 건강상태 및 달걀의 품질에 영향을 주며 동충하초의 면역증강 및 항바이러스 효능은 닭의 건강상태의 개선 및 달걀의 품질 증가에 기여할 수 있을 것으로 기대되어 닭의 사료에 동충하초를 첨가하고 달걀의 품질 및 성분의 조성을 분석하여 그 활용 가능성을 제시하고자 하였다.

닭의 품종에 따른 달걀의 품질 및 영양성분의 차이가 알려져 있으며 따라서 국내에서 산란계로 널리 사육되는 대표 두 종의 품종인 맛닭 (*Gallus gallus domesticus*) 및 청계 (*Araucana*)에 대하여 실험을 진행하였다. 동충하초를 닭의 사료에 2% 및 5%로 첨가하였으며 30일간 생육한 후 생산되는 달걀에 대하여 분석을 진행하였다.

동충하초를 비롯한 천연물은 생육환경에 따라 그 성분 및 효능이 크게 달라진다. 이에 동충하초의 물추출물의 성분 분석을 수행하였다. 분석 결과 동충하초의 주성분인 cordycepin을 132.35 mg/g 함유하고 있으며 β-glucan을

Table 1. Analysis of *C. militaris* composition

Substances	Amount	Substances	Amount
Cordycepin (mg/g extract)	132.35	β-glucan (% w/w)	4.58
Polysaccharides (mg glucose/g extract)	16.12	total phenolic (mg GAE/g extract)	14.38
total glucan (% w/w)	4.96	total flavonoid (mg CE/g extract)	6.22

포함한 polysaccharide와 flavonoid, phenolic 화합물을 함유하고 있음을 확인하였다 (Table 1).

동충하초 첨가한 사료로 사육한 닭에서 얻은 달걀의 분석은 Haugh Unit (HU), yolk color, 달걀 껍질의 두께 등을 측정하여 달걀의 품질을 판단하였고 또한 달걀의 조성을 측정하여 동충하초 사료가 닭의 품질에 미치는 영향을 분석하였다.

Haugh Unit은 yolk index와 함께 가장 대표적인 달걀 품질의 지표로 사용되고 있다 (Tang *et al.*, 2015). Haugh unit은 Haugh 박사에 의해 고안된 방법으로 노른자 주위의 thick albumen의 두께 높이를 기초로 계산되며 수치가 높을수록 달걀의 품질이 우수한 것으로 판단된다. 동충하초 첨가 사료로 사육된 달걀의 Haugh Unit 지표를 측정 한 결과 맛닭의 경우 사료에 첨가된 동충하초 양이 증가할수록 Haugh Unit의 지표는 감소하였으며 청계의 경우 대조군과 비슷한 양상을 나타내었다(Table 2).

동충하초 첨가 사료군의 경우 달걀 품질의 또 다른 지표인 Yolk color에는 증가효과를 나타내었다. 맛닭의 경우 동충하초 2% 첨가 사료군에서 대조군에 비하여 18.9% 증가하였으며 청계의 경우에는 29.0%의 증가하였다. 반면 맛닭, 청계 모두 동충하초 5% 첨가군에서는 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 동충하초 첨가 사료군의 경우 달걀 껍질의 두께도 증가하였다. 맛닭의 경우 2%, 5% 모두 달걀 껍질을 증가시켰으며 각각 19.9 및 23.8% 증가시킴을 확인하였다. 청계의 경우에도 2% 동충하초 첨가 군에서 증가 경향을 나타내었다.

이상의 결과로 사료에 동충하초를 처리한 경우 Haugh Unit 지표에는 다소 감소하는 경향을 나타내었으나 노른

Table 2. Analysis of quality of eggs fed with *C. militaris* supplemented feed

	Species	Control	<i>C. militaris</i>	
			2%	5%
Haugh Unit	<i>G. dometsicus</i>	85.4 ± 2.2	81.6 ± 3.1	78.9 ± 2.9
	<i>Araucana</i>	79.8 ± 1.9	78.5 ± 3.9	83.9 ± 3.4
Yolk Color	<i>G. dometsicus</i>	9.0 ± 2.8	10.7 ± 2.1	9.5 ± 2.7
	<i>Araucana</i>	6.2 ± 1.4	8.0 ± 1.8	5.8 ± 3.1
Egg shell thickness (mm)	<i>G. dometsicus</i>	0.272 ± 0.015	0.326 ± 0.016	0.337 ± 0.021
	<i>Araucana</i>	0.287 ± 0.010	0.312 ± 0.021	0.288 ± 0.035

Table 3. Effects of supplementation with *C. militaris* on the weight of eggs, egg shells, yolk and albumen of *Gallus gallus domesticus* and *Araucana*

Group	Species					
	<i>G. dometsicus</i>			<i>Araucana</i>		
	Control	<i>C. militaris</i>		Control	<i>C. militaris</i>	
		2%	5%		2%	5%
Egg weight (g)	50.3 ± 3.3	55.3 ± 3.4	51.7 ± 3.5	47.4 ± 2.0	49.9 ± 2.4	49.2 ± 2.0
Albumen (g)	25.1 ± 1.3	28.5 ± 0.9	27.2 ± 1.0	25.8 ± 0.8	24.8 ± 1.5	25.2 ± 1.4
Yolk (g)	19.2 ± 0.9	20.2 ± 2.1	18.5 ± 1.1	15.5 ± 0.9	19.2 ± 1.4	18.1 ± 2.1
Egg shell (g)	5.4 ± 0.9	6.3 ± 1.2	5.9 ± 1.0	5.3 ± 0.7	5.6 ± 1.1	6.1 ± 1.2

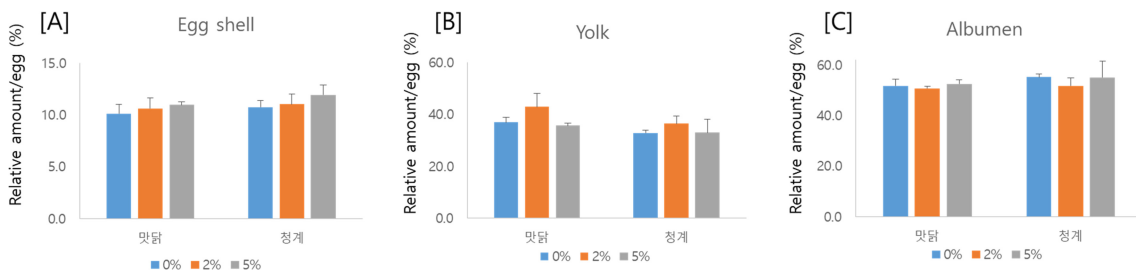


Fig. 1. Relative composition of eggs fed with *C. militaris* supplementation

자의 색 및 껍질의 두께에는 증가 효과를 나타냄을 확인하였다. 또한 맛닭, 청계 별로 차이를 나타내어 종별로 그 효능에 차이가 있음을 유추할 수 있다.

다음은 달걀, 달걀 껍질, 노른자 및 흰자의 무게 및 상대적인 비율에 대하여 분석을 하였다. Table 3에서 보듯이 동충하초의 첨가에 따른 영향은 각 지표 별로 차이를 나타내었다. 달걀 및 껍질의 무게의 경우 맛닭, 청계 모두 증가하는 경향을 나타내었으며 동충하초 5% 첨가군에서 달걀 및 달걀 껍질의 무게 모두 약 10%의 증가효과를 나타내었다.

달걀은 노른자 및 흰자는 풍부한 영양 성분을 함유하고 있어 달걀의 품질에 중요한 지표가 되며 따라서 이들에 미치는 영향을 분석하였다 (Fig. 1). 동충하초를 첨가한 군의 경우 노른자의 무게에 더 큰 영향을 나타내었으며 용량에 따른 영향을 비교해보면 2% 동충하초 첨가군에서 5% 첨가군보다 더욱 뛰어난 효과를 나타내었다. 반면에 흰자의 경우에는 그 효과가 상대적으로 미약하였으며 이러한 노른자 및 흰자의 결과를 달걀 무게 당 상대적 양으로 환산하여 비교하였을 때 노른자에 대한 효과가 더욱 뚜렷하게 관찰되었다. 맛닭의 경우 2% 동충하초 첨가군에서 상대적 양의 노른자의 함량은 대조군 대비 16.3% 증가하였으며 청계의 경우 10.0%의 증가하였다. 반면에 상대적 양의 흰자 양의 경우 동충하초 처리군에서 맛닭, 청계 모두 다소 감소하였다.

이상의 결과에서 동충하초를 닭의 사료에 처리한 경우 달걀의 품질 및 조성에 영향을 나타냄을 확인하였다. 동

충하초의 비율을 2%, 5% 첨가한 경우 2%에서 다소 우수한 효능을 나타내었으며 닭의 두 품종인 맛닭 및 청계에서 차이가 있어 품종별로 그 효과가 다를 수 있음을 제시할 수 있다.

또한 동충하초의 첨가가 달걀의 지표인 Haugh Unit, 노른자의 색, 달걀 껍질의 두께, 달걀 무게, 달걀 껍질 무게, 노른자 및 흰자에 미치는 분석한 결과 달걀 껍질 및 노른자에 중요한 영향을 나타내었다. 동충하초 함유 시료 처리군의 경우 달걀 껍질의 두께 및 무게를 증가시키는 효과를 나타내었다. 특히 노른자에 영향이 뛰어났으며 노른자 색의 증가 및 노른자 양이 증가함을 확인하였다. 반면에 흰자의 상대적 양은 다소 감소하여 동충하초의 첨가는 흰자보다는 노른자에 더 영향을 나타내는 것으로 유추된다.

앞에서 언급하였듯이 동충하초는 특이적인 성분을 함유하여 다양한 효능을 나타내는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 사용한 동충하초의 추출물을 분석한 결과 Table 1에서 보듯이 동충하초 특이성분인 cordycepin 뿐만 아니라 베타글루칸을 포함한 다당류, 페놀성 성분을 함유함을 확인하였다. 이러한 성분은 면역증강, 항균 효능이 보고되어 있으며 동충하초를 닭의 사료로 첨가한 경우 이러한 효능으로 닭의 성장 및 건강을 증진시킬 수 있을 것이라 기대되며 또한 달걀의 품질에도 영향을 주었다고 유추할 수 있다.

본 연구에서 2% 동충하초의 첨가는 달걀의 노른자 색의 증가 및 함량의 증가를 통하여 노른자의 품질을 향상

시켰다. 또한 껍질의 두께 및 무게를 증가시키는 효과도 나타내었다. 동충하초의 이러한 효과는 닭의 품종에 따라 다소 차이를 나타내었으며 종별 최적화를 통하여 동충하초는 달걀의 품질 향상에 기여할 것으로 사료된다.

다만 동충하초를 사료로 실용화하기 위해서는 동충하초 및 유효성분의 확보 방안이 필요하다. 최근 배지의 변화 및 배양 환경의 최적화를 통하여 효율적으로 확보하려는 연구가 활발히 진행되고 있으며 동충하초의 자실체 뿐만 아니라 배지에도 코디세핀 성분이 함유되어 있어 이를 활용하는 방안도 제시되고 있다 (Turk *et al.*, 2021; Turk *et al.*, 2022). 코디세핀을 포함한 동충하초의 확보 방안으로 동충하초 배양 배지 및 배지 부산물을 사용하면 경제적 및 친환경적인 활용이 가능할 것으로 기대되며 이에 대한 지속적인 연구가 필요하리라 생각된다.

감사의 글

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(FTIS 2022448A00-2222-0101)의 지원에 의하여 진행된다.

REFERENCES

- Amevor FK, Cui Z, Ning Z, Du X, Jin N, Shu G, Deng X, Zhu Q, Tian Y, Li D, Wang Y, Zhang Z, Zhao X. 2021. Synergistic effects of quercetin and vitamin E on egg production, egg quality, and immunity in aging breeder hens. *Poult Sci* 100:101481.
- Dahmani J, Nicklaus S, Grenier JM, Marty L. 2022. Nutritional quality and greenhouse gas emissions of vegetarian and non-vegetarian primary school meals: A case study in Dijon, France. *Front Nutr* 9:997144.
- Das SK, Masuda M, Sakurai A, Sakakibara M. 2010. Medicinal uses of the mushroom *Cordyceps militaris*: Current state and prospects. *Fitoterapia* 81:961-968.
- Das G, Shin HS, Leyva-Gómez G, Prado-Audelo MLD, Cortes H, Singh YD, Panda MK, Mishra AP, Nigam M, Saklani S, Chaturi PK, Martorell M, Cruz-Martins N, Sharma V, Garg N, Sharma R, Patra JK. 2021. *Cordyceps* spp.: A review on its immune-stimulatory and other biological potentials. *Front Pharmacol* 11:602364.
- Entezari A, Roshanak S, Shakeri G, Sedaghat N. 2022. Effect of zein and zein-*Peganum harmala* extract coatings of eggshell on the internal quality of eggs and control of *Salmonella enteritidis*. *J Food Sci* 87:4665-4673.
- Kim SB, Hwang BY, Lee MK. 2013. Diketopiperazines from *Cordyceps militaris*. *Kor J Pharmacog* 44:336-343.
- Kim SB, Ahn B, Kim M, Ji HJ, Shin SK, Hong IP, Kim CY, Hwang BY, Lee MK. 2014. Effect of *Cordyceps militaris* extract and active constituents on metabolic parameters of obesity induced by high-fat diet in C58BL/6J mice. *J Ethnopharmacol* 151:478-484.
- Leung PH, Zhao S, Ho KP, Wu JY. 2009. Chemical properties and antioxidant activity of exopolysaccharides from mycelial culture of *Cordyceps sinensis* fungus Cs-HK1. *Food Chem* 114:1251-1256.
- Loria-Kohen V, González-Rodríguez LG, Bermejo LM, Aparicio A, López-Sobaler AM. 2022. Recommended egg intake in children: past, present, and future. *Nutr Hosp* 39:44-51.
- Miao M, Yu WQ, Li Y, Sun YL, Guo SD. 2022. Structural elucidation and activities of *Cordyceps militaris*-derived polysaccharides: A review. *Front Nutr* 9:898674.
- Quy TN, Xuan TD. 2019. Xanthine oxidase inhibitory potential, antioxidant and antibacterial activities of *Cordyceps militaris* (L.) Link fruiting body. *Medicines (Basel)* 6:20.
- Ruxton C, Derbyshire E, Gibson SA. 2010. The nutritional properties and health benefits of eggs. *Nutr Food Sci* 40:263-279.
- Silversides FG, Twizeyimana F, Villeneuve P. 1993. Research note: a study relating to the validity of the haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poult Sci* 72:760-764.
- Tang SG, Sieo CC, Kalavathy R, Saad WZ, Yong ST, Wong HK, Ho YW. 2015. Chemical compositions of egg yolks and egg quality of laying hens fed prebiotic, probiotic, and synbiotic diets. *J Food Sci* 80:C1686-C1695.
- Turk A, Kim BS, Ko SM, Yeon SW, Ryu SH, Kim YG, Hwang BY, Lee MK. 2021. Optimization of cultivation and extraction conditions of *Pupae-Cordyceps* for cordycepin production. *Nat Prod Sci* 27:187-192.
- Turk A, Abdelhamid MAA, Yeon SW, Ryu SH, Lee S, Ko SM, Kim BS, Pack SP, Hwang BY, Lee MK. 2022. *Cordyceps* mushroom with increased cordycepin content by the cultivation on edible insects. *Front Microbiol* 13:1017576.
- Wang X, Wu S, Zhang H, Yue H, Qi G, Li J. 2015. Effect of dietary protein sources and storage temperatures on egg internal quality of stored shell eggs. *Anim Nutr* 1:299-304.
- Wei F, Yang X, Zhang M, Xu C, Hu Y, Liu D. 2022. *Akkermansia muciniphila* enhances egg quality and the lipid profile of egg yolk by improving lipid metabolism. *Front Microbiol* 13:927245.
- Yuceer M, Caner C. 2014. Antimicrobial lysozyme-chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage. *J Sci Food Agric* 94:153-162.
- Zhang T, Bai S, Ding X, Zeng Q, Zhang K, Lv L, Li J, Peng H, Xuan Y, Wang J. 2022. Dietary theabrownin supplementation improves production performance and egg quality by promoting intestinal health and antioxidant capacity in laying hens. *Animals (Basel)* 12:2856.
- Zhang J, Wen C, Duan Y, Zhang H, Ma H. 2019. Advance in *Cordyceps militaris* (Linn) Link polysaccharides: Isolation, structure, and bioactivities: A review. *Int J Biol Macromol* 132:906-914.