

비타민 프리믹스 적용 수준이 산란계의 산란 성적과 계란 품질에 미치는 영향

김관응¹ · 이보근¹ · 김용란² · 김은집² · 최용준³ · 안병기^{4*}

¹농협사료 R&D센터, ²연암대학교 축산계열,

³한경대학교 동물생명융합학부 동물생명과학전공, ⁴건국대학교 동물자원연구센터

Egg production and egg qualities of commercial laying hens fed diets with varying levels of vitamin premix

Kwan Eung Kim¹, Bo Keun Lee¹, Yong Ran Kim², Eun Jip Kim²,
Yong Jun Choi³, Byoung Ki An^{4*}

¹R&D Center, Nonghyup Feed, Seoul 05398, Korea

²Division of Animal Husbandry, Yonam College, Cheonan 31005, Korea

³School of Animal Life Convergence Science, Hankyung National University, Anseong 17579, Korea

⁴Animal Resources Research Center, Konkuk University, Seoul 05029, Korea



Received: Apr 12, 2024

Revised: Apr 25, 2024

Accepted: May 9, 2024

*Corresponding author

Byoung Ki An
Animal Resources Research Center,
Konkuk University, Seoul 05029,
Korea
Tel: +82-2-450-3665
E-mail: abk7227@hanmail.net

Copyright © 2024 Korean Society of
Animal Science and Technology.
This is an Open Access article
distributed under the terms of the
Creative Commons Attribution
Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>)
which permits unrestricted
non-commercial use, distribution,
and reproduction in any medium,
provided the original work is properly
cited.

ORCID

Kwan Eung Kim
<https://orcid.org/0000-0002-8392-9864>
Bo Keun Lee
<https://orcid.org/0009-0004-0611-5041>
Yong Ran Kim
<https://orcid.org/0000-0002-5100-1834>
Eun Jip Kim
<https://orcid.org/0000-0002-6243-0407>
Yong Jun Choi
<https://orcid.org/0000-0002-5759-4108>
Byoung Ki An
<https://orcid.org/0000-0002-3158-2491>

Abstract

An experiment was conducted to investigate effects of reduction and withdrawal of vitamin premix (VP) on egg production and eggshell quality of commercial brown layers. A total of 108 Hy-line Brown layers (50-week-old) were randomly divided into three groups (six replicates, 6 birds for each group) and assigned to three experimental diets containing different levels of VP for eight weeks. Laying hens in the control group were fed diet containing 100% VP (0.1% in experimental diet). The other two groups were fed diet containing 50% or 0% of VP compared to control, respectively. Egg production in layers fed diet without VP were significantly lower ($p < 0.05$) than that of control group. Linear trend for egg production and daily egg mass were determined with increasing dietary VP levels. There was no significant difference in feed intake among groups. Eggshell strength and thickness in layers fed diet without VP were significantly decreased ($p < 0.05$) than those of other two groups. Significant linear and quadratic improvement for eggshell thickness were found with increasing dietary VP level ($p < 0.01$). Overall, reducing more than 50% or withdrawal of VP in layer diet did negatively affect egg production or eggshell qualities.

Keywords: Brown layers, Egg production, Eggshell quality, Vitamin premix

서론

비타민은 동물의 체내에서 합성되지 않거나 합성되더라도 필요량을 충족하지 못하기 때문에 반드시 사료를 통해 섭취해야 하는 유기 화합물이다. 비타민의 필요량은 극미량이지만 부족

Competing interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Funding sources

Not applicable.

Acknowledgements

Not applicable.

Availability of data and material

Upon reasonable request, the datasets of this study can be available from the corresponding author.

Authors' contributions

Conceptualization: Kim KE, An BK.
Data curation: Kim YR.
Formal analysis: Kim YR.
Methodology: Kim KE, Lee BK.
Software: Choi YJ.
Validation: Kim EJ.
Investigation: Kim KE.
Writing - original draft: Lee BK, An BK.
Writing - review & editing: Kim KE, Lee BK, Kim YR, Kim EJ, Choi YJ, An BK.

Ethics approval and consent to participate

This article does not require IRB/ IACUC approval because there are no human and animal participants.

하게 되었을 때 특이한 결핍증을 일으키며, 생명 유지와 원활한 생산을 위하여 필요한 필수 영양 소이다[1]. 가금에서 필수 영양소로 간주하는 비타민은 총 13종이며, 사양표준에 각각의 최소요 구량이 제시되어 있다[2,3].

비타민 A, D, E, K는 지용성으로 이들은 주로 사료 내 지방과 함께 흡수되는데 일반 지방의 흡수와 같은 기전을 통하여, 체내의 지방 조직과 간 등에 저장되는 특징을 가진다. 수용성 비타 민의 존재나 흡수 방식은 지방과 거의 관련이 없으며 체내에 어느 정도 저장될 수 있는 비타민 B₁₂를 제외하고는 많은 양이 저장될 수 없어서 과량 섭취할 경우 체외로 배설된다[3,4].

사료 원료 내의 비타민의 양을 분석하기에는 많은 시간과 비용이 소요되기 때문에 원료 내 비타민의 양은 고려하지 않고 보통은 비타민을 복합 형태로 예비배합해서 가금의 성장단계와 생산단계에 필요한 양과 예상되는 사료섭취량을 참고해서 배합사료에 일정량을 첨가한다. 이때 시판 사료의 비타민은 사양표준의 최소요구량보다는 현저히 더 많은 양을 첨가하는데 이는 사료 의 보관, 제조 및 유통 기간 중의 안정성과 열 가공에 의한 손실 등을 전제하기 때문이다[5].

일반적으로 산란계 사료 내에는 비타민 프리믹스를 톤당 1 kg에서 1.5 kg(사료 내 0.1%-0.15%) 를 기준으로 첨가하는데, 현장의 요구에 따라 증량하거나 기별 경과에 따라 단계적으로 감량하는 식으로 적용하고 있다. 비타민 프리믹스를 저감하거나 첨가하지 않은 조건에서 가금의 생산성을 조사한 이전 연구는 주로 육계를 공시하여 진행되었다. 육계사료 내에 비타민 프리믹스를 첨가하 지 않았을 때 증체, 사료효율과 생존율이 저하되었다는 결과[6]와 이와는 대조적으로 후기사료 내 비타민 프리믹스를 줄이거나 첨가하지 않은 실험에서 성장 성적에 영향을 미치지 않았다는 결과[7]도 보고되었다. 본 실험은 비타민 프리믹스를 감량하거나 첨가하지 않은 실험사료의 급여 가 갈색 실용 산란계의 난 생산성과 계란의 품질에 미치는 영향을 조사할 목적으로 수행하였다.

재료 및 방법

동물, 실험사료 및 실험설계

50주령 하이라인(Hy-Line, Hy-Line International, West Des Moines, IA, USA) 갈색계 108 수를 공시하였고, 동일한 사양조건에서 사육하였다. 반복구별 산란율이 유사하도록 총 3개 처리 에 6반복, 반복당 6수씩 임의배치하였다. 각 처리별로 비타민 프리믹스 수준이 다른 3종의 실험 사료를 8주간 급여하였다. 기초사료 톤당 비타민 프리믹스 1 kg 첨가 사료(사료 내 0.1%, HSF Biotech, Xi'an, China) 급여구를 대조구(control)로 하고, 실험구에는 비타민 프리믹스를 대조구 의 50%(T1 실험구, 사료 내 0.05%) 및 0% 수준(T2 실험구, 비타민 프리믹스 무첨가)으로 저감 하거나 첨가하지 않고 배합한 실험사료를 급여하였다. 실험사료의 구성과 비타민 원료 함량은 Table 1에 명시하였다.

사양관리

공시계는 6수씩 철제 케이지에 사육하였고, 이를 반복구로 하여 총 6개 케이지를 하나의 실험 구로 하였다. 실험기간 중에 실험사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수로 하였다. 점등은 전 사양 실험 기간 중 1일 16시간으로 고정하였다.

조사 항목

사료 섭취량 및 난생산성

사료섭취량은 급여량과 잔량 및 바닥허실을 주 간격으로 조사하여 각 반복별로 주당 섭취량

Table 1. Formula and chemical compositions of basal diet

Items	Basal diet (control)
Ingredient (%)	
Corn	60.48
Soybean meal (45%)	11.00
Rapeseed meal	5.50
Corn gluten meal	2.16
DDGS	6.65
Animal fat	1.50
Lysine-sulfate (55%)	0.33
DL-methionine (99%)	0.15
MCP	0.62
Limestone	10.50
Salt	0.25
Vitamin premix ¹⁾	0.10
Mineral premix ²⁾	0.20
Choline-Cl (50%)	0.03
Phytase	0.03
NaHCO ₃	0.50
Total	100.0
Calculated values (%)	
CP	15.50
Ca	4.10
Avail. P	0.30
Total Lys	0.84
Total TSAA	0.72
AMEn (kcal/kg)	2,740

¹⁾Vitamin mixture provided the following nutrients per kg of basal diet: vitamin A, 10,000 IU; vitamin D₃, 3,500 IU; vitamin E, 10 mg; vitamin K₃, 3 mg; thiamine, 2 mg; riboflavin, 6 mg; vitamin B₆, 4 mg; pantothenic acid, 10 mg; folic acid, 0.82 mg; niacin, 30 mg; vitamin B₁₂, 0.0235 mg.

²⁾Mineral mixtures provided the following nutrients per kg of diets: Mn, 20 mg; Zn, 45 mg; Fe, 50 mg; Cu, 10 mg; Co, 0.15 mg; Se, 0.10 mg.

DDGS, dried distillers grains with solubles; MCP, monocalcium phosphate; TSAA, total sulfur amino acid.

을 산출하였다. 실험기간 동안 매일 오후 2시에 수집한 정상란과 이상란(연란, 파란 등)을 합한 총 산란 개수를 사육수로 나누어 산란율을 계산하였으며, 당일 수집된 정상란 전부의 무게를 측정하고 정상란의 수로 나누어 평균 난중을 산출하였다. 산란수와 평균 난중을 이용하여 일산란량을 계산하였다.

난질 및 난각질

실험 종료 시 당일 생산된 전체 계란 중 외관이 양호하고 평균 난중에 해당하는 계란을 선별하였고, DET-6000 디지털 난질 분석기(NABEL, Kyoto, Japan)를 이용하여 난황색, 호우 유니트, 난각강도, 난각두께 등 계란의 내부 난질 및 난각질 관련 항목을 측정하였다. 난황색은

Roche Yolk Color Fan(Roche, Basel, Switzerland)과 대조한 색도로서 산출하였으며, 호우 유니트는 난각강도 측정 후 난백의 높이를 조사하여 계산하였다. 난각강도는 난각강도계를 이용하여 계란의 첨단부를 오른쪽으로 하고 수평으로 고정한 후 압력을 가하여 파각되는 순간의 압력을 측정하였다. 난각두께는 계란의 중앙부 난각 파편을 채취하여 난각막을 제거한 후, 난각 후도계(FHK Peacock, Tokyo, Japan)를 통해 측정된 두께의 평균치로 제시하였다.

통계 분석

결과는 SAS(SAS Inst., Cary, NC, USA)의 GLM procedure를 이용하여 분석하였다. 난 생산성과 난질 분석의 실험단위는 케이지(반복)로 하였고, 유의한 차이가 인정되었을 때 Tukey의 다중검정을 실행하였으며, 모든 분석의 통계적 유의차는 $p < 0.05$ 로 설정하였다. Orthogonal contrast coefficient를 적용하여 비타민 프리믹스 수준에 따른 linear 또는 quadratic 효과로서 나타내었다.

결과 및 고찰

난 생산성 및 사료섭취량에 미치는 영향

비타민 프리믹스 적용 수준이 난 생산성과 사료섭취량에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 2에 제시하였다. 실험 8주간의 난중, 일산란량과 사료섭취량에서는 처리 간에 차이를 보이지 않았으나, 비타민 프리믹스를 첨가하지 않은 T2 처리구의 산란율은 대조구에 비하여 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 산란율과 일산란량에서 비타민 프리믹스 수준에 따른 유의한 linear 효과가 관찰되었다($p < 0.05$). 실험 기간 중 조사한 파란수는 비타민 프리믹스를 첨가하지 않은 T2 처리구에서 수치적으로 가장 높게 나타났다.

양계사료에서 비타민 프리믹스의 적용 수준을 단계적으로 낮추거나 첨가하지 않은 조건의 실험들은 주로 육계에서 수행되었는데, 실험사료의 원료 구성, 실험기간과 비타민 프리믹스 조성의 차이에 따라 성장 성적에서 상반된 결과를 나타내었다. 사육기간 중 일정 시기 동안 비타민 프리믹스를 첨가하지 않았을 때 증체량과 사료요구율에 부정적인 영향이 없었으며[8], 사육후기에 비타민 프리믹스를 제한한 실험에서도 육계의 성장 성적에서 큰 차이를 보이지 않았다[7]. 이와는 다르게 비타민 프리믹스를 30% 수준으로 감량하여 급여하였을 때 증체와 사료효율이 유의하게 저하되었다는 실험 결과도 볼 수 있다[9]. 산란계에서 비타민 프리믹스와 리보플라빈

Table 2. Dietary effects of varying levels of vitamin premix (VP) on egg productivity in laying hens

	Treatments			SEM	p-value		
	Control 0.1% VP	T1 0.05% VP	T2 0% VP		Linear	Quadratic	ANOVA
Egg production (%)	83.0 ^a	80.6 ^{ab}	73.9 ^b	2.260	0.012	0.449	0.032
Egg weight (g/egg)	61.5	61.4	60.3	0.727	0.924	0.229	0.472
Daily egg mass	50.9	48.6	43.8	2.042	0.024	0.300	0.085
Feed intake (g/bird/d)	107.8	107.5	102.5	1.718	0.054	0.285	0.079
Total cracked egg	1	2	41				
Mortality (bird)	ND	ND	ND				

^{a,b}Mean values with different superscripts within the same row differ significantly at $p < 0.05$. ND, not detected.

을 제외한 실험사료를 급여하였을 때 난중이 유의하게 저하되었으며[10], 지용성 비타민과 수용성 비타민을 각각 증량하거나 비타민 조성을 강화한 프리믹스의 급여가 난 생산성을 높이는 데 도움이 되었다는 결과들도 보고되었다[11,12]. 비타민 프리믹스를 감량하거나 무첨가 사료를 산란계에 급여한 이전의 연구와 비교할 때 본 실험 결과 역시 일관되게 난 생산성에 부정적으로 영향을 미친 것으로 나타났다.

난질 및 난각질에 미치는 영향

비타민 프리믹스 적용 수준이 난질 및 난각질에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 3에 제시하였다. 난각강도와 난각두께는 비타민 프리믹스를 첨가하지 않은 T2 처리구에서 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한, 비타민 프리믹스 수준에 따른 유의한 linear 효과 및 quadratic 효과가 난각두께 지표에서 관찰되었다($p < 0.01$). 호우 유니트와 난황색은 처리간에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 난황색에서 비타민 프리믹스 수준에 따른 유의한 linear 효과가 관찰되었다($p < 0.05$).

비타민 프리믹스 적용량을 줄이거나 무첨가 조건에서 난각질의 변화를 조사한 연구는 찾기 어렵지만, 수용성 비타민을 증량하였을 때 난황색이 개선되는 결과가 관찰되었다[11]. 비타민 최소요구량에 준하여 급여한 실험구에 비하여 비타민 함량을 높인 프리믹스를 급여하였을 때 난각의 품질이 향상되었다는 결과도 볼 수 있다[12]. 육계를 공시한 이전 연구에서는 골격 회분 함량이 감소하거나, 파쇄강도가 유의하게 저하되는 결과[7,9]를 고려할 때 향후 비타민 프리믹스의 양적 그리고 질적 수준에 따른 갈습의 영양상태의 변화를 조사할 필요가 있을 것이다. 비타민 프리믹스를 지나치게 낮추거나 첨가하지 않았을 때 양계산물 내 비타민 함량이 감소하는 연구 결과들[10,13]을 참고하면 적정량의 비타민 프리믹스를 적용하는 것이 건강에 도움이 되는 양계산물 생산에 유리하다. 비타민 프리믹스의 단계적 감량이 산란계의 생리 생화학 지표와 면역에 미치는 영향은 후속 실험을 통해 규명해야 할 것으로 생각된다.

결론

산란계 사료 내에 비타민 프리믹스를 첨가하지 않았을 때 통상적인 수준으로 급여한 대조구에 비하여 산란율과 난각질이 유의하게 저하되는 결과가 관찰되었다. 실용 산란계에서 난 생산성과 계란의 외관 품질을 근거로 비타민 프리믹스를 관행 수준의 50% 이하로 낮추어서는 안 될 것으로 판단되었다.

Table 3. Dietary effects of varying levels of vitamin premix (VP) on egg and eggshell qualities in laying hens

	Treatments			SEM	p-value		
	Control 0.1% VP	T1 0.05% VP	T2 0% VP		Linear	Quadratic	ANOVA
Eggshell strength (kg/cm ²)	3.9 ^a	3.8 ^a	2.8 ^b	0.263	0.006	0.134	0.011
Eggshell thickness (mm)	0.45 ^a	0.46 ^a	0.41 ^b	0.008	< 0.001	0.010	< 0.001
Haugh unit	89.6	90.1	89.7	1.350	0.944	0.773	0.956
Yolk color	8.5	8.1	7.9	0.154	0.046	0.579	0.118

^{a,b}Mean values with different superscripts within the same row differ significantly at $p < 0.05$.

REFERENCES

1. Leeson S, Summers JD. Nutrition of the chickens. 4th ed. Guelph, ON: University Books; 2001.
2. National Research Council [NRC]. Nutrients requirements of poultry. 9th ed. Washington, DC: National Academic Press; 1994.
3. National Institute of Animal Science [NIAS]. Korean feeding standard for poultry. 5th ed. Wanju: NIAS; 2022.
4. McDowell LR. Vitamins in animal and human nutrition. 2nd ed. Ames, IA: Iowa State University Press; 2000.
5. National Institute of Animal Science [NIAS]. Korean feeding standard for poultry. 4th ed. Wanju: NIAS; 2017.
6. Deyhim F, Teeter RG. Dietary vitamin and/or trace mineral premix effects on performance, humoral mediated immunity, and carcass composition of broilers during thermoneutral and high ambient temperature distress. *J Appl Poult Res.* 1993;2:347-55. <https://doi.org/10.1093/japr/2.4.347>
7. Moravej H, Alahyari SM, Shivazad M. Effects of the reduction or withdrawal of the vitamin premix from the diet on chicken performance and meat quality. *Braz J Poult Sci.* 2012;14:239-44. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2012000400002>
8. Khajali F, Khoshoei EA, Moghaddam AKZ. Effect of vitamin and trace mineral withdrawal from finisher diets on growth performance and immunocompetence of broiler chickens. *Br Poult Sci.* 2006;47:159-62. <https://doi.org/10.1080/00071660600610732>
9. Ao T, Paul MA, Pescatore AJ, Macalintal LM, Ford MJ, Dawson KA. Growth performance and bone characteristics of broiler chickens fed corn-soy diet supplemented with different levels of vitamin premix and sources of mineral premix. *J Appl Anim Nutr.* 2019;7:1-5. <https://doi.org/10.1017/jan.2019.4>
10. Naber EC, Squires MW. Research note: early detection of the absence of a vitamin premix in layer diets by egg albumen riboflavin analysis. *Poult Sci.* 1993;72:1989-93. <https://doi.org/10.3382/ps.0721989>
11. Gan L, Zhao Y, Mahmood T, Guo Y. Effects of dietary vitamins supplementation level on the production performance and intestinal microbiota of aged laying hens. *Poult Sci.* 2020;99:3594-605. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.04.007>
12. Zang H, Zhang K, Ding X, Bai S, Hernandez JM, Yao B. Effects of different dietary vitamin combinations on the egg quality and vitamin deposition in the whole egg of laying hens. *Braz J Poult Sci.* 2011;13:189-96. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2011000300005>
13. Deyhim F, Stoecker BJ, Teeter RG. Vitamin and trace mineral withdrawal effects on broiler breast tissue riboflavin and thiamin content. *Poult Sci.* 1996;75:201-2. <https://doi.org/10.3382/ps.0750201>