



마늘발효액의 첨가 급여가 산란계의 산란말기 생산성, 계란 품질 및 혈액성상에 미치는 영향

임천익¹ · 강창원² · 천현수³ · 최호성⁴ · 류경선^{5†}

¹전북대학교 동물자원과학과 학생, ²전북대학교 수의과대학 교수
³(주)에이치티오라이프, ⁴전북대학교 동물생명공학과 교수, ⁵전북대학교 동물자원과학과 교수

Effect of Dietary Fermented Garlic Solution on Performance, Egg Quality and Blood Composition in Finishing Period of Laying Hens

Chun Ik Lim¹, Chang Won Kang², Hyeon Soo Chun³, Ho Sung Choi⁴,
 and Kyeong Seon Ryu^{5†}

¹Student, Department of Animal Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

²Professor, College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Iksan 14058, Republic of Korea

³HtO Life Incorporated, Wanju 77243, Republic of Korea

⁴Professor, Department of Animal Biotechnology, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

⁵Professor, Department of Animal Science, Chonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

ABSTRACT An experiment was conducted to investigate the effect of fermented garlic solution (FGS) on the performance, egg quality and blood profiles of laying hens in the finishing period. In total, 432 Lohmann Brown hens aged 79 weeks were equally distributed into four dietary treatments with six replicate. Hens were fed the basal diet containing 2,750 kcal/kg of ME and 16% of CP, which was supplemented with either 0% (control), 0.05%, 0.10% and 0.20% FGS from 79 to 83 weeks old. Laying performance, egg quality, yolk fatty acids and serum characteristics were analyzed at the end of experiment. Egg production and feed conversion was numerically improved in FGS supplementation treatments compared to those in the control, but were not statistically different. The albumen height and Haugh unit showed significant increase ($P<0.05$) in the FGS supplementation groups. The concentration of saturated fatty acid decreased in the yolks of birds fed FGS ($P<0.01$), whereas the unsaturated fatty acid (UFA) and mono-UFA contents were significantly higher ($P<0.01$) in those treatments than in the control. Significantly lower natural fat and cholesterol in serum were observed in birds fed the 0.20% FGS supplementation diet ($P<0.01$). However, the high-density lipoprotein (HDL) cholesterol increased in both the 0.10% and 0.20% FGS supplementation groups. In addition, interleukin-2 mRNA and CD4+/CD8+ level in serum which were cellular immunity indicators showed statistical differences ($P<0.01$) among treatments and a higher concentration in the 0.10% and 0.20% FGS groups than in the control. Thus, it can be concluded that dietary supplementation of FGS improved egg quality and stimulated immune response in mature laying hens.

(Key words: fermented garlic solution, performance, egg quality, blood composition, laying hens)

서 론

마늘(*Allium sativum*)은 고지혈증, 동맥경화, 고혈압 및 장과 피부 질환과 같은 질병의 민간요법 치료제로 널리 이용되어왔다(Yeh and Liu, 2001). 마늘을 닭에게 급여하면 성장을 촉진하고 체내 콜레스테롤을 저하하며(You et al., 2009), 뉴

캐슬병, 조류 인플루엔자에 대한 저항성을 향상시켰다(Jafari et al., 2010). 또한 육계에 마늘분말 급여 시에 장 내 건물소화율은 일정하지만, 대장균과 박테리아 숫자가 감소되어 장 건강을 개선하였다(Singh et al., 2017). 그러나 마늘에는 alliin의 매운 향미가 존재하여 과도하게 섭취하면 닭은 불쾌감을 느껴 사료섭취량과 산란율이 저하되므로(Olobatoke and

† To whom correspondence should be addressed : seon@jbnu.ac.kr

Mulugeta, 2011), 이러한 단점을 보완할 수 있는 방안과 사료 내 적정 첨가수준에 대한 구명이 필요하다.

자연계에 존재하는 원료성분은 미생물 발효를 통해 안정성이 향상되어 보존과 농축이 용이하고, 이러한 과정에서 생성된 대사산물은 원료의 영양적 가치와 풍미를 개선한다 (Buckenhusk et al., 1990). 마늘도 발효되면 비타민 B₂, 비타민 E, 글루탐산 및 아르기닌 같은 영양소의 증가와 마늘 자체의 풍미가 개선되므로(Montano et al., 2004), 사료첨가제로서 이용성이 높으며, 가축에게 급여 시에는 마늘 특유의 향미에 대한 거부감을 낮출 것으로 기대된다.

그러므로 본 연구는 이러한 선행연구를 기반으로 생산성과 계란품질이 급격하게 저하되는 산란말기의 산란계에게 용액형태로 제조된 마늘발효액을 사료 내 수준별로 혼합 급여하여 산란계의 생산성, 계란품질 및 혈액성상에 미치는 영향과 적정 첨가수준을 구명하고자 실행하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에 적용한 마늘발효액은 Chun(2014)의 방법에 따라 제조된 것으로 (주)에이치티오라이프에서 공급받았다. 제조방법은 마늘의 껍질을 제거한 뒤 오존수로 20시간동안 멸균하였다. 이후 분쇄하여 정제수와 1:9(W/V) 비율로 혼합하였고, 37℃의 호기상태에서 고초균(*Bacillus subtilis*)과 함께 30일간 발효시켰다. 발효액은 고압증기(121℃, 15 lb psi, 30분)로 멸균하였고, 침전물을 포함한 고형물은 여과기(0.22 mm)로 제거하였다.

2. 실험설계

사양실험은 산란 말기에 속하는 79주령 로만브라운 산란계에 마늘발효액을 0%, 0.05%, 0.10%, 0.20% 수준으로 기초사료에 첨가하여 4주간 급여하였다. 각각의 처리구에 6반복으로 반복 당 18수씩 총 432수를 임의로 개체별 케이지에 2수씩 배치하였다. 기초사료는 옥수수 대두박 위주의 가루형태로 대사에너지 2,750 kcal/kg, 조단백질16% 수준으로 배합하였다(Table 1). 전 시험기간에 물과 사료는 무제한으로 급여하였으며, 점등은 16시간으로 일정하게 유지하였다.

3. 조사항목 및 방법

1) 산란율, 사료섭취량, 난중, 사료요구율

사료섭취량은 급여량과 잔량을 조사하여 각 처리구 반복

Table 1. Basal diet composition

Ingredient	%
Corn	55.40
Wheat HRW	3.29
Wheat bran	10.79
Soybean meal	19.37
Limestone	9.43
Calcium phosphate	1.12
Salt	0.30
DL-Methionine	0.10
Vitamin premix ¹	0.10
Mineral premix ²	0.10
Total	100
Chemical composition	
ME (kcal/kg)	2,750
CP (%)	16.00
Lysine (%)	0.80
Methionine (%)	0.36
Calcium (%)	4.00
Available phosphorus (%)	0.30

¹ Contains per kg: vit. A, 5,500 IU; vit. D₃ 1,100 ICU; vit. E, 11 mg; vit. B₁₂, 0.0066 mg; vit. K₃, 1.1 mg; riboflavin, 4.4 mg; pantothenic acid, 11 mg (calcium pantothenate: 1.96 mg); choline, 190.96 mg; folic acid, 0.55 mg; pyridoxine, 2.2 mg; biotin, 0.11 mg; thiamine, 2.2 mg; ethoxyquin, 125 mg.

² Contains per kg: Cu, 10 mg; Fe, 60 mg; I, 0.46 mg; Mn, 120 mg; Zn, 100 mg.

별로 총 섭취량을 계산하였다. 산란수와 난중은 매일 17시에 채란하여 조사하였고, 산란수를 사육수수로 나누어 산란율을 구하였으며, 사료요구율은 평균 사료섭취량을 1일 산란량으로 나누어 계산하였다.

2) 난백높이, 호우유닛, 난각강도 및 두께

사양실험 종료 후 처리구 당 20개의 계란을 채란하여 난백높이, 호우유닛, 난각강도 및 두께를 조사하였다. 난백높이는 계란품질측정기(QCM+, TSS, UK)를 이용하여 측정하였고, 호우유닛을 계산하였다. 난각강도는 난각강도계(QC-SPA; TSS, UK)를 이용하여 둔단부의 파각강도를 측정하였고, 난각두께는 난각막을 제거한 후 난각두께측정기(FHK, Japan)

를 이용하여 측정하였다.

3) 난황지방산 조성

난황지방산 조성은 처리구 당 6개의 계란을 조사하였다. 난황 0.5 g에 methanol-benzen (4:1)용액 4 ml와 acetyl chloride를 200 μ L 혼합한 후 100 $^{\circ}$ C에서 1시간동안 반응시켰다. 추가로 6% potassium carbonate와 hexane을 각각 2 mL씩 첨가한 후 원심분리로 지방산 층을 분리하였다. 분석에는 GC-MSD(6890N-5973, Agilent, US)를 이용하였고, 실험기체로는 헬륨을 사용하였으며, split ratio는 30:1로 설정하였다 (Hassan et al., 2012).

4) 혈액 성분 분석

처리구 당 6수에서 혈액을 채혈한 뒤 원심분리기(3,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 15분)를 사용하여 혈청을 분리하고, 전자동 생화학 분석장비(Automatic Biochemical Analyser, Thermo Scientific, Konelab 20, Finland)를 이용하여 혈중 알부민, AST, ALT, 중성지방 및 콜레스테롤을 분석하였다. 또한 혈액 내 세포성 면역분석을 위해 IL-2 mRNA는 혈액에 Ribo-Ex(USA)를 첨가하여 mRNA를 분리한 후 ReverTra Ace qPCR RT kit(Osaka, Japan)로 cDNA를 합성하였다. 그 후 조직의 cDNA에 Table 2와 같이 IL-2 primer를 반응시켜 Real time PCR (AB applied bio system, CA, USA)를 이용하여 측정하였다. 또한 Ficoll법을 이용하여 PBMC(peripheral blood mononuclear cell)를 분리한 뒤(Brunetti et al., 1995), 세포성 면역 세포인 CD4+와 CD8+를 분석하였다. CD4+는 FITC-conjugated mouse anti-chicken CD4+(abcom, Massachusetts, USA), CD8+는 Cy5-conjugated mouse anti-chicken CD8+(abcom, Massachusetts, USA)를 이용하여 분리된 PBMC를 현탁한 후 1×10^6 cell/tube에 담아 4 $^{\circ}$ C에서 30분간 반응시켰다. 이후

Table 2. Primer used for the quantitative real-time PCR

Cytokines	Primer sequence	
IL-2	Forward	5'-GCTAATGACTACAGCTTATGGAGCA-3'
	Reverse	5'-TGGGTCTCAGTTGGTGTGTAGAG-3'

분석은 유세포분석(BD Accuri C6, MI, USA)을 사용하였고, 각각의 결과는 FSC/SSC에서 %로 표현하였다.

4. 통계처리

본 연구에서 얻어진 모든 데이터는 SAS(Statistical Analysis System, 9.2 Version, Cary, NC, 2002)의 일반 선형모델로 분석하였고, 처리구간 값을 Duncan (1955)의 다중검정방법을 통하여 $P < 0.05$ 수준으로 통계적 차이를 구명하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율, 사료섭취량, 난중, 사료요구율

산란 후기사료에 마늘발효액 수준별 첨가 급여가 산란율, 사료섭취량, 난중 및 사료요구율에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 산란율은 마늘발효액 급여구에서 74.93~76.04%로 대조구인 74.92%에 비하여 높은 수치를 보였지만 처리구간에 통계적 차이가 없었고, 사료섭취량, 난중 및 사료요구율도 유의성은 없었다. Ao et al.(2010)은 배합사료 내 발효된 마늘 발효분말의 3.0% 첨가가 산란계의 생산성에 미치는 영향은 없다고 하여 본 연구와 동일한 경향을 보였다. 반면에 동일수준(3.0%)의 건조된 마늘분말 첨가한 Olobatoke and Mulugeta(2011)는 산란계의 사료섭취량과 산란율의 저하를 확인하여 앞선 결과와 상반되었다. 이러한 원인은 발

Table 3. Effects of dietary fermented garlic solution on the performance of laying hens

FGS (%)	Egg production (%)	Feed intake (g)	Egg weight (g)	Feed conversion
0	74.92	111.62	66.02	2.261
0.05	75.25	110.99	65.80	2.253
0.10	74.93	110.64	65.51	2.259
0.20	76.04	110.93	65.32	2.238
SEM	0.74	0.21	0.24	0.021
P-value	0.95	0.42	0.76	0.98

FGS: fermented garlic solution.

효의 유무에서 기인된 것으로 보이며, 일반 마늘분말의 첨가 시에 과도한 수준은 마늘 특유의 향미로 인하여 산란계의 사료섭취에 대한 거부감을 보이지만, 마늘이 발효되면 미생물이 생성한 대사산물로 풍미가 향상되어(Buckenhuskes et al., 1990) 산란계의 거부감이 완화된 것으로 사료된다. 본 연구결과에서도 마늘발효액의 급여수준에 따른 산란계의 사료섭취량이나 산란율의 감소는 확인되지 않았다.

2. 난백높이, 호우유닛, 난각강도 및 두께

산란후기 마늘발효액 급여가 계란의 난백높이, 호우유닛, 난각강도 및 두께에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 난백높이는 마늘발효액 급여수준에 따라 일관적으로 증가하여 0.20% 급여구에서 대조구에 비하여 유의적으로 증가하였으며($P<0.05$), 호우유닛도 89.78로 다른 처리구에 비하여 현저하게 증가하였다($P<0.05$). 발효마늘액 처리구에서 난각강도와 두께는 대조구와 통계적 차이가 없었다. 본 연구결과는 발효시킨 마늘분말의 급여가 난황과 난백높이 및 호우유닛을 개선하였다는 보고(Ao et al., 2010; Hossain et al., 2016)와 일치하였다. 반면에 산란계 사료에 마늘분말을 2%, 4% 및 6% 수준으로 급여한 결과, 처리구간에 난백높이와 호우유닛의 차이가 없었고(Kaya and Macit, 2012), Yalcin et al.(2006)도 마늘분말 0.5%와 1.0% 수준으로 급여 시에 대조구와 계란의 난백높이와 호우유닛의 차이가 없다고 하였다. 이것은 마늘이 발효되면 리보플라빈(비타민 B₂), 알파 토코페롤(비타민 E), 글루탐산 및 아르기닌이 증가한다는 보고(Montano et al., 2004)에서, 발효된 마늘의 영양적 변화와 개선된 계란품질 간에 상관관계가 있을 것으로 사료되었다. 본 연구 결과, 산란계 사료에 발효된 마늘을 수준별로 첨가 급여 시에 0.2% 급여구에서 난백의 높이와 호우유닛이 극대화 되었지만, 보다 높은 수준으로 급여하는 추후의 연

구가 필요하다.

3. 난황지방산 조성

마늘발효액의 급여가 계란 난황지방산 조성에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. Myristic acid(C14:0)는 마늘발효액 급여수준에 따라 차이가 없었지만, Palmitic acid (C16:0)와 Stearic acid(C18:0)는 0.10%와 0.20% 급여구에서 대조구에 비해 현저하게 감소하였으므로($P<0.05$), 총 포화지방산은 마늘발효액의 0.10%와 0.20% 급여 수준에서 35.46%와 35.60%로 대조구인 38.85%보다 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). Palmitoleic acid (C16:1, n-7)과 Eicosenoic acid(C20:1, n-9)는 마늘발효액 급여수준에 따른 차이가 없었지만, Oleic acid(C18:1, n-9)는 마늘발효액 급여수준에 따라 유의적으로 증가되었으므로($P<0.05$), 단일불포화지방산은 0.10%와 0.20% 급여 수준에서 통계적으로 증가하였다($P<0.05$). Linoleic acid (C18:2, n-6), Linolenic acid(C18:3, n-3), Arachidonic acid (C20:4, n-6) 및 Eicosapentaenoic acid(C20:5, n-3)는 마늘발효액 급여구와 대조구간에 통계적 차이가 없었으므로 전체 다중불포화산도 처리구간에 유의성이 없었다. 총 불포화지방산은 마늘발효액 0.10%와 0.20%에서 64.51%와 64.33%로 대조구인 61.12%보다 증가하였다($P<0.05$). Ao et al.(2010)과 Hossain et al.(2016)의 산란계 배합사료 내 발효마늘분말의 급여로 난황 내 Palmitic acid(C16:0)와 Stearic acid(C18:0)가 감소되어 포화지방산이 감소하고, Oleic acid(C18:1, n-9)와 Linoleic acid(C18:2, n-6)이 증가하여 총 불포화지방산의 증가를 확인하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 이것은 마늘의 구성성분인 alliin이 간에서 분비되는 fatty acid synthase의 억제작용(Adler and Holub, 1997)과 육계에 마늘의 급여로 peroxide-scavenging enzyme이 활성화되어 계육의 불포화지방산 함량이 감소한다는 보고(Choi et al., 2010)가

Table 4. Effects of dietary fermented garlic solution on the egg quality of laying hens

FGS (%)	Albumen height (mm)	Haugh unit	Shell strength (kg/cm ²)	Shell thickness (mm)
0	7.64 ^b	85.89 ^b	2.87	0.354
0.05	7.90 ^{ab}	86.97 ^b	3.13	0.349
0.10	8.15 ^a	88.27 ^{ab}	3.03	0.348
0.20	8.33 ^a	89.78 ^a	3.08	0.356
SEM	0.09	0.47	0.09	0.003
P-value	0.03	0.02	0.76	0.82

^{ab} Value with the different letters in the row are significantly different at 5% level. FGS: fermented garlic solution.

Table 5. Effect of dietary fermented garlic solution on yolk fatty acids (%) of laying hens

FGS (%)	C14:0	C16:0	C18:0	SFA	C16:1 (n-7)	C18:1 (n-9)	C20:1 (n-9)	MUFA	C18:2 (n-6)	C18:3 (n-3)	C20:4 (n-6)	C20:5 (n-3)	PUFA	UFA
0	0.34	26.78 ^a	11.7 ^a	38.85 ^a	2.59	43.39 ^b	0.30	46.28 ^b	14.34	0.13	0.16	0.21	14.84	61.12 ^b
0.05	0.33	26.50 ^a	11.5 ^a	38.35 ^a	2.77	44.40 ^b	0.30	47.47 ^b	13.61	0.14	0.15	0.21	14.11	61.58 ^b
0.10	0.37	25.72 ^b	9.37 ^b	35.46 ^b	3.00	46.08 ^a	0.30	49.38 ^a	14.65	0.13	0.16	0.19	15.14	64.51 ^a
0.20	0.38	25.39 ^b	9.83 ^b	35.60 ^b	2.66	46.70 ^a	0.32	49.67 ^a	14.17	0.14	0.16	0.19	14.66	64.33 ^a
SEM	0.01	0.17	0.25	0.38	0.09	0.38	0.01	0.40	0.23	0.01	0.01	0.01	0.24	0.38
P-value	0.53	0.01	0.01	0.01	0.42	0.01	0.83	0.01	0.47	0.71	0.85	0.19	0.50	0.01

^{a,b} Value with the different letters in the row are significantly different at 5% level. MUFA: mono unsaturated fatty acid; PUFA: poly unsaturated fatty acid; UFA: unsaturated fatty acid; SFA: saturated fatty acid.

관련된 것으로 사료된다. 불포화지방산은 심혈관 질환을 예방하며, 뇌와 신경 세포 생존에 중요한 지방산으로 작용하는데(Li et al., 2015), 본 연구에서 마늘발효액을 0.10% 첨가 급여 시에 난황 내 불포화 지방산이 증가되어 기능성이 향상되었으며, 불포화 지방산 합성에 제일 효율적이었다.

4. 혈액 성상

마늘발효액의 급여가 산란계의 혈중 알부민, AST, ALT, 중성지방, 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, IL-2 mRNA 및 CD4+/CD8+에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 혈중 알부민, AST 및 ALT는 처리구간에 차이가 없었지만, 중성지방은 마늘발효액 급여수준에 따라 일관적으로 감소하여 0.20% 급여구에서 대조구에 비해 1,116.17 mg/dL 낮았다($P < 0.05$). 콜레스테롤은 0.20% 급여구에서 146.65 mg/dL로 대조구의 196.22 mg/dL보다 현저하게 감소되었으며($P < 0.05$),

HDL은 마늘발효액 0.10%와 0.20% 급여수준에서 25.91 mg/dL와 20.50 mg/dL로 대조구 9.61 mg/dL보다 현저하게 증가하였다($P < 0.05$). Hossain et al.(2016)은 산란계 배합사료 내 마늘발효분말 0.4% 수준으로 급여 시에 혈중 중성지방과 콜레스테롤이 감소하였고, 이는 마늘 1~8% 수준의 급여로 닭의 콜레스테롤 제거효소의 일관적 증가를 확인하였다는 보고(Qureshi et al., 1983)와도 유사하였다. 또한 Konjufca et al.(1997)의 연구에서는 3% 수준으로 마늘분말을 급여 시에 닭의 콜레스테롤 활성이 40% 감소하였으며, 휘발성 유기화합물인 allicin은 마늘의 구성성분으로 산란계의 장에서 분해 시에 지방과 콜레스테롤 합성을 억제하였다(Mahmoud et al., 2010). 한편, IL-2 mRNA와 CD4+/CD8+비율은 세포성 면역능의 지표로 혈액 내 IL-2 mRNA는 0.10%와 0.20% 급여구에서 대조구에 비해 약 3배로 현저하게 증가하였다($P < 0.01$). 또한 CD4+/CD8+의 비율도 0.10%와 0.20%

Table 6. Effect of dietary fermented garlic solution on blood composition in laying hens

FGS (%)	ALB (g/dL)	AST (IU/L)	ALT (IU/L)	NF (mg/dL)	CHOL (mg/dL)	HDL (mg/dL)	IL-2 mRNA	CD4+/CD8+
0	2.41	144.53	4.78	2,192.92 ^a	196.22 ^a	9.61 ^b	1.10 ^c	1.27 ^b
0.05	2.35	143.31	4.26	1,813.44 ^{ab}	178.73 ^{ab}	12.94 ^b	2.17 ^b	1.62 ^b
0.10	2.70	134.61	5.51	1,328.66 ^{bc}	154.77 ^{bc}	25.91 ^a	3.30 ^a	2.94 ^a
0.20	2.49	126.42	4.77	1,076.75 ^c	146.65 ^c	20.50 ^a	2.94 ^a	2.54 ^a
SEM	0.11	3.35	0.41	138.19	6.28	2.35	0.26	0.20
P-value	0.75	0.19	0.79	0.01	0.01	0.04	<0.01	<0.01

^{a~c} Value with the different letters in the row are significantly different at 5% level. FGS: fermented garlic solution, ALB: albumin, AST: aspartate amino transferase, ALT: alanine amino transaminase, NF: neutral fat, CHOL: cholesterol, HDL: high density lipoprotein cholesterol. IL-2: interleukin 2, CD4+: T help cell, CD8+: cytotoxic cell.

급여구에서 2.94와 2.54로 대조구에 비하여 약 2배 증가하여 ($P<0.01$), 마늘발효액의 첨가 급여를 통한 산란계의 세포성 면역능의 증가를 확인하였다. Allicin은 마늘의 구성성분으로서 급여 시에는 림프구의 증식, 사이토카인 방출 및 항산화와 같은 면역작용을 개선하는 것으로 알려져 있다(Leelarungrayub et al., 2006; Patya et al., 2004). Hosain et al.(2016)은 산란계에게 마늘발효분말을 급여 시에 0.20% 수준에서 혈중 백혈구, IgG 및 림프구가 증가한다고 하였고, 마늘을 1% 수준으로 급여한 Hanich et al.(2010)의 연구에서는 흉선과 비장의 증가 및 바이러스성 질병에 대한 면역능의 향상이 확인되었다. 이러한 선행 연구는 본 연구 결과와 동일한 경향을 보였고, 산란계 사료에 마늘발효액 0.10%와 0.20% 첨가 급여로 총 콜레스테롤 함량을 낮추고 HDL을 높게 하였으며, 세포성 면역능이 개선되었다.

적 요

본 연구는 산란 후기사료에 마늘발효액을 수준별로 첨가 급여시 산란계의 생산성, 계란품질 및 혈액성상에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 79주령 로만브라운 산란계를 4개 처리구 6반복으로 반복 당 18수씩 총 432수를 배치하였고, 각 처리구에 마늘발효액을 0%, 0.05%, 0.10% 및 0.20%로 4주간 급여하였다. 산란 수와 난중은 매일 조사하였고, 계란품질, 난황지방산 및 혈액성상은 사양실험 종료 후 분석하였다. 본 연구결과, 산란율과 사료요구율은 마늘발효액 급여구에서 대조구에 비하여 수치적으로 개선되었지만, 처리구간에 통계적 차이가 없었고, 난각강도와 두께도 마늘발효액 첨가수준에 따른 유의성이 없었다. 계란의 난백높이와 호우유닛은 마늘발효액 첨가수준에 따라 일관적으로 증가하여 0.20%급여구에서 제일 높게 나타났으며, 대조구에 비하여 통계적으로 차이를 보였다($P<0.05$). 난황지방산은 마늘발효액의 0.10%와 0.20% 첨가구에서 포화지방산은 감소되었고, 단일불포화지방산과 전체 불포화지방산은 현저하게 증가하였다($P<0.05$). 혈중 알부민, AST 및 ALT은 처리구간에 차이가 없었지만, 중성지방과 콜레스테롤은 0.20% 급여구에서 대조구에 비해 매우 감소하였다($P<0.05$). 또한 HDL콜레스테롤은 마늘발효액 0.10%와 0.20% 급여구에서 대조구에 비하여 유의적으로 증가하였고($P<0.05$), 세포성 면역능 지표인 IL-2 mRNA와 CD4+CD8+의 비율도 0.10%와 0.20% 급여구에서 다른 처리구에 비하여 통계적으로 높게 나타났다($P<0.01$). 본 실험 결과, 산란 말기 사료에 마늘발효액 0.20% 수준의 급여로 대조구에 비하여 계란품

질과 건강 및 혈중 면역인자는 개선되었다.

(색인어: 마늘발효액, 생산성, 계란품질, 혈액성상, 산란계)

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01256702)에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Adler AJ, Holub BJ 1997 Effect of garlic and fish-oil supplementation on serum lipid and lipoprotein concentrations in hypercholesterolemic men. *Am J Clin Nutr* 65(2):445-450.
- Arnault I, Auger J 2006 Seleno-compounds in garlic and onion. *J Chromatogr A* 1112(2):23-30.
- Ao X, Yoo JS, Lee JH, Jang HD, Zhou TX, Kim IH 2010 Effects of fermented garlic powder on production performance, egg quality, blood profiles and fatty acid composition of egg yolk in laying hens. *Asian-Aust J Anim Sci* 23(6):786-791.
- Brunetti M, Martelli N, Colasante A, Piantelli M, Musiani P, Aiello FB 1995 Spontaneous and glucocorticoid-induced apoptosis in human mature T lymphocytes. *Blood* 86(11):4199-4205.
- Buckenhüskes H, Jensen HA, Andersson R, Fernández AG, Rodrigo M 1990 Fermented vegetables. In: *Processing and Quality of Foods, vol. 2. Food Biotechnology: Avenues to Healthy and Nutritious Products*. Zeuthen P, Cheftel JC, Eriksson C, Gormley TR, Linko P, Paulus K (Eds), Elsevier, London.
- Choi IH, Park WY, Kim YJ 2010 Effects of dietary garlic powder and α -tocopherol supplementation on performance, serum cholesterol levels, and meat quality of chicken. *Poult Sci* 89(8):1724-1731.
- Chun HS 2014 Manufacturing method of fermented garlic composition and the fermented garlic composition thereof. International Patent 1,020,140,048,259. Apr. 22.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11(1):1-42.
- Hanich H, Narabara K, Piao M, Gerile C, Abe A, Kondo Y 2010 Modulatory effects of two levels of dietary Alliums on immune response and certain immunological variables,

- following immunization, in White Leghorn chickens. *Anim Sci J* 81(6):673-680.
- Hassan M, Sultana S, Choe HS, Ryu KS 2012 Effect of different housing system on the performance, bone mineral density and yolk fatty acid composition in laying hen. *Korean J Poult Sci* 39(4):261-267.
- Hossain MM, Begum M, Kim IH 2016 Effect of *Leuconostoc mesenteroides* KCCM35046 fermented aged garlic extract on egg production, egg quality, odour gas emissions, targeted *E. coli* colony, haematological characteristics and fatty acids composition of egg yolk in laying hens. *J Applied Anim Res* 44(1):458-465.
- Jafari RA, Razi-Jalali M, Kiani R 2010. Effect of fresh dietary garlic powder on some of the serum biochemical parameters in broiler chicks. *Compar Clin Pathol* 20(4): 295-297.
- Kaya H, Macit M 2012 Effect of inclusion of garlic (*Allium sativum*) powder at different levels and copper into diets of hens on performance, egg quality traits and yolk cholesterol content. *Int J Poult Sci* 11(2):114-119.
- Konjufca VH, Pesti GM, Bakalli RI 1997 Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. *Poult Sci* 76(9):1264-1271.
- Leelarungrayub N, Rattanapanone V, Chanarat N, Gebicki JM 2006 Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutri* 22(3):266-274.
- Li Y, Hrubby A, Bernstein AM, Ley SH, Wang DD, Chiuve SE, Hu FB 2015 Saturated fats compared with unsaturated fats and sources of carbohydrates in relation to risk of coronary heart disease: A prospective cohort study. *J Am Coll Cardiol* 66(14):1538-1548.
- Mahmoud KZ, Gharaibeh SM, Zakaria HA, Qatramiz AM 2010 Garlic (*Allium sativum*) supplementation: Influence on egg production, quality, and yolk cholesterol level in layer hens. *Asian-Aust J Anim Sci* 23(11):1503-1509.
- Montaño A, Casado FJ, De Castro A, Sánchez AH, Rejano L 2004 Vitamin content and amino acid composition of pickled garlic processed with and without fermentation. *J Agri Food Chem* 52(24):7324-7330.
- Olobatoke RY, Mulugeta SD 2011 Effect of dietary garlic powder on layer performance, fecal bacterial load, and egg quality. *Poult Sci* 90(3):665-670.
- Patya M, Zahalka MA, Vanichkin A, Rabinkov A, Miron T, Mirelman D, Wilchek M, Lander HM Novogrodsky A 2004 Allicin stimulates lymphocytes and elicits an antitumor effect: A possible role of p21^{ras}. *Int Immunol* 16(2): 275-281.
- Qureshi AA, Abuirmeileh N, Din ZZ, Elson CE, Burger WC 1983 Inhibition of cholesterol and fatty acid biosynthesis in liver enzymes and chicken hepatocytes by polar fractions of garlic. *Lipids* 18(5):343-348.
- SAS 2002 SAS/STAT Software for PC. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Shan AS, Davis RH 1994 Effect of dietary phytate on growth and selenium status of chicks fed selenite or selenomethionine. *Br Poult Sci* 35(5):725-741.
- Shedlock DJ, Shen H 2003 Requirement for CD4 T cell help in generating functional CD8 T cell memory. *Science* 300(5617):337-339.
- Singh J, Sharma M, Singh N, Kaur P, Sethi APS, Sikka SS 2017 Effect of sun dried whole bulb garlic powder on nutrient utilization, blood parameters, duodenum morphology and faecal microbial load in broiler chickens. *Indian J Anim Sci* 87(2):195-198.
- Yalcin S, Onbaşlar EE, Reisli Z, Yalcin S 2006 Effect of garlic powder on the performance, egg traits and blood parameters of laying hens. *J Sci Food Agri* 86(2): 1336-1339.
- Yeh YY, Liu L 2001 Cholesterol-lowering effect of garlic extracts and organosulfur compounds: Human and animal studies. *J Nutri* 131(3):989-993.
- You SJ, Ahn BK, Kang CW 2009 Effects of dietary garlic powder on growth performance and mRNA expression of hepatic HMG-CoA reductase in broiler chickens. *J Anim Sci and Technol* 51(4):307-314.

