

산란계에 천연 및 미생물 유래 물질 급여 시 계란 생산성 및 품질 평가

이제석^{1*} · 차투랑가^{1*} · 유명환¹ · 기우진² · 허정민^{3†} · 남명수^{4†}

¹충남대학교 축산학과 대학원생, ²충남대학교 낙농학과 연구원, ³충남대학교 축산학과 교수, ⁴충남대학교 낙농학과 교수

Effects of Natural-Derived Materials and Microorganisms Derived Materials on Egg Production Performance and Egg Quality in Laying Hen

Jeseok Lee^{1*}, Nuwan Chamara Chathuranga^{1*}, Myunghwan Yu¹, Woo Jin Ki², Jung Min Heo^{3†} and Myoung Soo Nam^{4†}

¹Graduate Student, Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

²Graduate Student, Division of Animal Resources Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

³Professor, Department of Animal Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

⁴Professor, Division of Animal Resources Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

ABSTRACT This study aimed to estimate the efficiency of antimicrobial peptides derived from *Bacillus* (YSAPB), antimicrobial peptides derived from yeast (APY), and oregano oil (OGO) on egg production performance in hens. A total of 96 thirty-eight-week-old Hy-Line Brown hens were allocated to one of four dietary treatments with four replicates with six birds per cage, following a completely randomized design. On day 7, the inclusion of 0.1% YSAPB in the diet significantly reduced egg weight ($P<0.05$) and increased feed conversion ratios ($P<0.05$). Conversely, birds fed a diet supplemented with 0.1% OGO showed an increase in egg weight ($P<0.05$) and a decrease in both eggshell thickness and feed conversion ratios ($P<0.05$) on day 14. Additionally, on day 14, the dietary addition of 0.1% YSAPB significantly affected yolk color ($P<0.05$). The results of this study suggest that supplementing OGO at a level of 1 g/kg in laying hen feed could improve egg production performance and egg quality in Hy-Line Brown hens. Meanwhile, the application of APY to laying hens did not affect egg production performance and quality, so further research focused on various nature-derived alternatives to antibiotic growth promoters in the poultry industry is needed in the future.

(Key words: antibiotics, egg production, egg quality, feed additives, laying hens)

서 론

전 세계적으로 동물성 단백질 공급원에 대한 수요가 증가하여 계란을 생산하는 산란계 산업은 중요성이 점차 커지고 있는 추세이다. 이에 산란업계와 계란유통센터는 지속적인 도시화 및 급증하는 인구에 따라 고품질의 계란을 생산하고 가성비 있게 공급하고자 노력해 왔다(Kidd and Anderson, 2019). 국내 산란계 산업은 지속적으로 성장하여 우리나라의 계란 생산량은 2010년 기준 36,749,987개에서 2023년 기준 46,988,766개로 증가한 것으로 조사된다(KAPE, 2024). 산란업계는 생산성 향상을 목적으로 다양한 사양관리법을 꾸준히 발전시켜 왔으며 최근에는 동물복지 증진을 목적으

로 케이지 사육 대신 평사 사육 방식을 권장하고, 생산성을 극대화하는 유전자를 선발하며, 노령화된 산란계의 산란지속성을 개선하는 등 단순히 생산성 향상을 목적으로 하는 것이 아닌 지속가능한 생산을 실현하고자 노력하고 있다(Gautron et al., 2021). 한편 산란계의 계란생산성의 향상을 목적으로 한 연구는 다양한 사료첨가제 및 항생제의 적용 관련 연구가 활발히 진행되는 실정이다(Oh et al., 2018). 특히 산란계에 항생제를 보충한 사료를 급여하는 연구의 경우, 다양한 질병의 예방 및 치료를 목적으로 함이 대부분이다. 국내의 경우 2012년에 배합사료 내 항생제의 사용이 전면 금지되었으나 일부 해외 국가에서는 여전히 활발히 이용되고 있다(Manishimwe et al., 2017; Thioune et al., 2022;

* These authors contributed equally to this work.

† To whom correspondence should be addressed : jmheo@cnu.ac.kr, namsoo@cnu.ac.kr

Soromou et al., 2024). 가금 생산 시 항생제의 투여는 장내 유해균의 사멸을 유도하여 장 건강을 개선하고, 비임상적 증상을 완화하며, 영양소 소화율을 개선하고 생산성을 향상시키는 등 다양한 이점을 가지고 있다(Costa et al., 2017; Rafiq et al., 2022). 한편, 항생제 내성균의 발생 및 축산식품 내 항생물질 잔류 문제로 인해 국내를 비롯한 전 세계적으로 사료 내 항생제 처리는 제한되고 있는 추세이고, 이에 비교적 부작용이 적은 성장촉진용 천연 항생제 대체물질에 관심이 집중되고 있다(Gyawali et al., 2021; Abd El-Hack et al., 2022; Rafiq et al., 2022).

가금산업에서 대표적인 항생제 대체물질로 이용되는 오레가노 추출물(oregano essential oil)은 꽃박하속(*origanum*)에서 추출한 대표적인 천연 식물추출물(herb extract)로, 티몰(thymol)과 카르바크롤(carvacrol)을 비롯한 페놀 성분(phenolic content)이 풍부하여 항산화 작용(antioxidant activity), 항균작용(antimicrobial activity), 간 보호기능(hepatoprotective effect) 등 다양한 효능을 갖는다(Oniga et al., 2018; Yu et al., 2021). 또한 산란노계에 오레가노 추출물 급여 시 식욕 증진, 내인성 효소 분비 및 영양소 소화 증진, 산육능력 및 산란능력 향상 등 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Bozkurt et al., 2016; Reshadi et al., 2020). 그러나 페놀 성분으로 인한 기호성의 변화로 인해 육성기 중 닭의 사료섭취량이 오히려 감소할 수 있고, 사료 효율 및 난중, 산란량 감소 등(Reshadi et al., 2020), 오레가노 추출물 급여 시 오히려 산란계의 생산성을 저해할 수 있는 것으로 조사된다. 이처럼 산란계에 오레가노 추출물을 급여한 연구의 결과가 일관되지 않은 것으로 조사되고, 특히나 산란중기에 적용한 연구는 매우 적은 것으로 조사되기 때문에 관련 연구의 추가적인 수행이 요구되는 상황이다.

항미생물성 펩타이드(antimicrobial peptides)는 항세균성(anti-bacteria), 항진균성(anti-fungi), 항바이러스(anti-virus) 등 다양한 특성을 띄고(Hassan et al., 2012), 100℃에서 15분 간 안정적인 구조를 유지하는 등 내열성이 강해(Li et al., 2012), 가축의 항생제 대체용 사료첨가제로서 잠재력이 있는 것으로 평가된다. Hong et al.(2003), Tang et al.(2008) 그리고 Yoon et al.(2012)은 자돈에 항미생물성 펩타이드 급여 시 생산성이 개선되었음을 보고하였고, Liu et al.(2008)은 토끼 결장구조물에서 추출한 항균펩타이드를 육계에 급여 시 장내 면역반응 및 장내 형태학적 구조의 개선을 밝혔으며, Wang et al.(2009)은 돼지의 장에서 추출한 항미생물성 펩타이드를 육계에 급여 시 장내 유해균의 수 감소, 장 점막의 형태학적 구조와 장내 면역 기능의 개선을 보고하였다. 한편, 산란계에

항미생물성 펩타이드의 효능을 조사한 연구는 매우 제한적이기 때문에 항생제 대체용 사료첨가제로서 이용될 수 있는지 판단하기 어려운 실정이다. 한편, Chen et al.(2020)은 72주령의 Hy-Line Brown 산란노계에 항미생물성 펩타이드 보충 시 계란 품질에 미치는 영향은 없었으나 산란 성적 및 맹장 내 미생물 조성이 개선되었음을 보고하였고, 이를 항미생물성 펩타이드의 보충으로 인한 장내 환경 개선 및 면역기능 증진에 의한 것으로 해석하였다. 산란계에 항미생물성 펩타이드를 급여한 연구는 현재까지 Chen et al.(2020)이 유일한 것으로 조사되나, 계란 생산성 및 장내 미생물 군총의 개선을 보고한 해당 연구를 기반으로 추가적인 연구를 수행할 경우, 항미생물성 펩타이드가 산란계의 항생제 대체용 사료첨가제로서 적절한지 정확히 평가할 수 있을 것으로 판단된다. 이에 본 연구는 산란계 사료 내 효모 및 *Bacillus* 유래 항균펩타이드, 효모 유래 항균펩타이드 그리고 오레가노 추출물 각각 0.1 g/kg을 첨가 시 계란 생산성 및 계란 품질의 변화를 조사하기 위해 수행되었다. 본 연구를 통해 산란계에게 오레가노 추출물 및 항균펩타이드 급여 시 산란성적이 향상됨을 증명하여 항생제 대체용 사료첨가제로서의 적합성을 증명하고, 지속가능한 산란계 생산에 도움이 되고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료

천연물과 미생물 유래 항생물질 성분인 시료는 청미바이오텍으로부터 제공받았으며, 오레가노 오일(oregano oil; OGO, oil(fat) 100%), 효모 및 *Bacillus subtilis* 유래 항균펩타이드(yeast or sulfide type antimicrobial peptides derived *Bacillus subtilis*; YSAPB, 수분 6.78%, 조단백질 $\geq 5.66\%$), 그리고 효모 유래 항균펩타이드(antimicrobial peptides derived yeast; APY, 조단백질 $\geq 12\%$, Mannan $\geq 0.5\%$, 수분 $\leq 10\%$)를 시료로 이용하였다.

2. 공시동물과 시험설계

본 실험은 충남대학교 동물윤리위원회 심의규정(202401A-CNU-002)에 의해 검토된 후 수행되었다. 동물의 관리 및 취급은 본 대학 동물실험윤리위원회의 승인을 받았고 규정을 준수하였으며, 충남대학교 동물자원연구센터에서 실험을 진행하였다. 공시동물은 38주령 Hy-Line Brown(평균 무게 $1,772 \pm 14.11$ g) 96수이며 총 4개의 처리구를 설정하여 처리구당 4반복, 반복당 6수씩 완전임의 배치(completely randomized design)하여 실험을 진행하였다. 커튼 난상과 헛대

포함된 환경 풍부화를 제공한 높이 90 cm, 너비 90 cm 규격의 케이지 및 자동 온도-환기 조절 시스템이 완비된 실험 계사에서 2주간 실험을 수행하였다. 산란계사 케이지 내부에 음수 니플이 네 개씩 설치되어 산란계가 자유롭게 음수할 수 있도록 하였다. 시험 사료는 철제 사료급이통을 통해 제공하였고, Hy-Line Brown Management Guide(2024)에서 제시한 산란계 주령별 사료섭취량을 참고하여 하루에 한 마리 당 110 g씩 제한급이를 실시하였다. 산란계가 생산한 계란은 사료급이통 밑에 위치하여 매일 수거하였다. 전 실험기간 동안 계사 내 온도를 18–22℃로 유지하였고, 습도는 상대습도 기준 계사 내부 50–70%를 유지하도록 하였다. 점등 관리는 산란계 표준 점등프로그램에 따라 하루 기준 16시간 점등 이후 8시간 소등을 반복하였다. 대조구의 시험사료는 옥수수-대두박 위주의 원료를 바탕으로 Hy-Line Brown Management Guide(2024)에서 제시한 영양소 요구량을 충족하거나 초과하여 배합하였고, 대조구 사료에 각각 OGO, YSAPB, APY를 1 g/kg 첨가하여 네 처리구의 시험 사료를 배합하였다. 본 연구에서 사용한 시험 사료 조성은 Table 1에 제시하였다.

3. 조사항목

1) 산란성적

실험 개시부터 종료까지 매일 산란한 계란 수 및 난중을 처리구별로 기록하였다. 제한 급이를 실시하여 각 처리구 당 사료섭취량은 110 g/수/일로 고정하였고, 기록한 데이터를 바탕으로 산란율, 산란량 및 사료 효율을 계산하였다. 산란율은 산란한 계란 수를 실험용 산란계의 마릿수로 나누어 산출하였고, 산란량은 하루 기준 생산하는 계란의 무게로서 산란율과 평균 난중을 곱하고 100으로 나누어 계산하였다. 사료요구율은 산란량을 일일사료섭취량으로 나누어 산출하였다. 위 분석 지표는 전체 실험기간 2주동안 매주 조사되었다.

2) 계란 품질

계란 품질 분석은 난백 높이, 호우 유닛, 난황색, 난각색, 난각두께, 그리고 난각 강도를 측정하였으며, 실험 종료 시 총 4개의 처리구에서 30개씩, 총 120개의 계란을 집란하여 분석을 실시하였다. 계란 품질 조사는 처리구 별 계란 품질의 차이를 평가하고자 실시되었으며, 과각란 및 연란 등 비정상적인 계란을 제외하고 조사하였다. 계란 내부 품질은 난황색, 난백고 및 호우 유닛을 조사하였고, 외부 품질은 난각 두께, 난각 강도 및 난각색을 조사하였다. Texture analyzer (TA.XTplusC, Stable Micro Systems, Vienna Court, Lam-

Table 1. Feed ingredients and calculated nutrient composition of the basal diet¹

Items	%
Feed ingredients	
Corn	55.70
Wheat bran	2.02
Soybean meal, 44%	26.90
Vegetable oil	1.65
Beef tallow	1.18
Limestone	9.57
Mono-calcium phosphate	1.85
Iodized salt	0.50
DL-Methionine	0.21
Lysine-HCl	0.12
Vitamin-mineral premix ²	0.30
Calculated nutrient composition (%)	
ME, kcal/kg	2,850
Crude protein	17.01
Crude fat	2.31
Linoleic acid	2.00
Crude fiber	3.37
Calcium	4.20
Total P	0.80
Available P	0.49
Linoleic acid	2.00
Calculated SID amino acid values	
Lysine	0.89
Methionine	0.44
Methionine + cysteine	0.74
Threonine	0.56
Tryptophan	0.17
Arginine	0.84
Isoleucine	0.61
Valine	0.70

¹ ME, metabolizable energy; P, phosphorus; SID, standardized ileal digestible.

² Provided per kilogram of diet: vitamin A, 12,000,000 IU; vitamin D₃, 3,000,000 IU; vitamin E, 21,000 mg/kg; vitamin K₃, 2,400 mg/kg; D-pantothenic acid, 10,000 mg/kg; niacin 15,000 mg/kg; folic acid, 300 mg/kg; vitamin B₁, 1,200 mg/kg; vitamin B₂, 4,800 mg/kg; vitamin B₆, 2,400 mg/kg; vitamin B₁₂, 20 mg/kg; Fe, 24,000 mg/kg from iron sulphate; Cu, 4,500 mg/kg from copper sulphate; Zn, 60,000 mg/kg from zinc oxide; Mn, 72,000 mg/kg from manganese oxide; I, 1,000 mg/kg from potassium iodide; Se, 200 mg/kg from sodium selenite; Co, 150 mg/kg from cobalt carbonate.

mas Rd, Godalming, Surrey, England)을 이용하여 난각 강도를 측정하였으며, egg multitasker instrument(TSS QCM+ Range, Chessingham Park, Dunnington, York, England)로 난각색 및 난백고를 조사하였다. 호우 유닛은 조사한 난중과 난백고를 이용하여 $HU = 100 \log(H - 1.7W0.37 + 7.57)$ 공식을 기반으로 산출하였고(Haugh, 1937), 난황색은 DSM yolk color fan을 이용하여 조사하였다.

3) 통계처리

산란계에 OGO, YSAPB, APY 급여 시 산란성적 및 계란 품질에 미치는 영향에 대한 결과 데이터는 SPSS 26.0(SPSS Inc., Chicago, USA)의 GLM program(general linear model, one-way ANOVA procedure, SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 분석하였다. 통계 분석 단위는 산란성적의 경우 battery cage를 이용하였고, 계란 품질의 경우 반복 수당 5개의 계란을 이용하여 총 6반복으로 통계 분석을 실시하였다. 각 처리구 간 표준값을 Tukey's test를 통해 다중 검정하였고 95% 신뢰수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란성적

Table 2에 다양한 사료첨가제의 보충에 따른 산란계의 산란 성적을 제시하였다. 난중의 경우 실험 7일차에 CON에서 YSAPB처리구보다 유의미하게 더 높았고($P < 0.05$), APY처리구 및 OGO처리구의 난중은 CON의 난중과 차이가 없었다($P > 0.05$). 또한 실험 14일차, OGO처리구의 난중은 CON의 난중에 비해 유의미하게 높았으나($P < 0.05$), YSAPB처리구와 APY처리구의 난중은 CON의 난중과 차이가 존재하지 않았다($P > 0.05$). 본 연구 결과, 사양 실험 7일차의 난중은 효모 또는 *Bacillus subtilis* 유래 항균펩타이드 급여 시 일반 사료 급여 시에 비해 비교적 작게 나타났다. 반면, Chen et al.(2020)은 산란계에 항미생물성 펩타이드 급여 시 난중에 미치는 영향이 없었음을 보고하였다. 이처럼 산란계에 항균성 펩타이드의 급여 시 난중에 미치는 영향은 본 연구와 Chen et al.(2020)의 연구에서 상이하게 나타났고, 이러한 차이는 산란계의 주령(38주령 vs 72주령), 사양시험 기간(14일 vs 45일), 항미생물성 펩

Table 2. Egg production performance of laying hens from week 38 to 40 fed diets containing different feed additives¹

Items	Dietary treatment ²				SEM	<i>P</i> -value
	CON	YSAPB	APY	OGO		
Egg production (%)						
Day 7	86.90	98.21	94.05	88.69	2.519	0.390
Day 14	88.69	94.05	92.26	87.50	4.148	0.938
Day 1–14	87.80	96.13	93.15	88.10	2.338	0.526
Egg weight (g)						
Day 7	62.05 ^b	59.22 ^a	60.93 ^{ab}	61.30 ^{ab}	0.342	0.047
Day 14	60.22 ^a	60.70 ^{ab}	60.03 ^a	61.64 ^b	0.164	0.009
Day 1–14	61.14	59.96	60.48	61.47	0.202	0.051
Feed conversion ratio (g/g)						
Day 7	1.77 ^a	1.86 ^b	1.80 ^{ab}	1.79 ^{ab}	0.011	0.038
Day 14	1.83 ^b	1.81 ^{ab}	1.83 ^b	1.78 ^a	0.005	0.009
Day 1–14	1.80	1.84	1.82	1.79	0.007	0.065
Egg mass (g/d/bird)						
Day 7	53.92	58.39	57.28	54.33	1.599	0.706
Day 14	53.39	57.00	55.42	53.85	2.458	0.953
Day 1–14	53.66	57.69	56.35	54.09	1.411	0.714

¹ Values are mean of four replicates per treatment.

² CON: Basal diet meets the recommended nutritional requirements for Hy-Line Brown; YSAPB: CON + 1 g/kg YSAPB; APY: CON + 1 g/kg APY; OGO: CON + 1 g/kg OGO.

^{ab} Means in a row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

SEM = standard error of mean.

타이드의 성분(효모 또는 *Bacillus subtilis* 유래 성분 vs 성분 미표기), 시험사료의 영양적 조성[Hy-Line Brown Management Guide(2024) vs National Research Council(1994)] 등 시험 설계의 차이에서 유래될 수 있다. 또한, 항미생물성 펩타이드의 보충 수준의 경우 Chen et al.(2020)은 50–100 mg/kg이나 본 연구는 1 g/kg으로 비교적 높다. 본 연구와 같이 산란계에 높은 수준의 항미생물성 펩타이드 보충 시, 장내에 강한 항미생물성 특성을 발휘하여 총 미생물 수 감소 및 균총의 변화를 야기하고(Xu et al., 2022), 난중을 비롯한 생산성이 변화할 수 있는 것으로 추측된다(Ricke et al., 2022). 한편, 항미생물성 펩타이드의 보충에 따른 난중의 변화 및 메커니즘은 현재까지 수행된 연구를 바탕으로 명확히 설명하기 어렵기 때문에 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다. 본 연구 결과와 마찬가지로 Emmanuel et al.(2022)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난중의 증가를 보고하였다. 반면 Gültepe et al.(2021) 그리고 Kim et al.(2023)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난중의 차이가 존재하지 않았음을 밝혔다. 또한 Reshadi et al.(2020)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난중의 감소를 보고하였다. 이처럼 산란계에 오레가노 추출물을 급여한 다양한 사양시험 연구에서 산란계의 품종과 주령, 오레가노 추출물의 성분, 시험 사료의 조성 및 환경 조건에 따라 난중에 미치는 영향은 다를 수 있다.

사료요구율의 경우 실험 7일차에 CON에서 YSAPB처리구보다 더 낮았고($P<0.05$), APY처리구 및 OGO처리구의 사료요구율은 CON의 사료요구율과 차이가 없었다($P>0.05$). 또한 실험 14일차, OGO처리구의 사료요구율은 CON의 사료요구율보다 낮았고($P<0.05$), YSAPB처리구와 APY처리구의 사료요구율은 CON과 차이가 없게 조사되었다($P>0.05$). 산란계에 효모 및 *Bacillus subtilis*에서 유래한 항균성 펩타이드 급여 시, 일반 사료 급여 시에 비해 사료요구율이 더 높게 조사된 본 연구의 결과는 Chen et al.(2020)의 연구와 경향성이 일치하지 않는다. 이는 연구에서 이용된 항미생물성 펩타이드의 성분 및 사양시험 기간 등 시험설계의 차이에서부터 기인할 수 있다. 또한 본 연구의 경우 선행 연구에 비해 항미생물성 펩타이드의 보충 수준(1 g/kg vs 50–100 mg/kg)이 매우 높은 편이다. 이에 산란계에 강한 항균 작용을 하는 항미생물성 펩타이드를 높은 수준으로 보충할 경우, 장내 미생물 균총의 급격한 변화 및 사료요구율을 비롯한 생산성에 변화가 나타날 수 있을 것으로 추측된다(Ricke et al., 2022; Xu et al., 2022). 한편, 항균성 펩타이드를 산란계에 급여한 연구는 매우 제한적이기 때문에, 추가적인 연구를 통해 항균성 펩타이드 보충 시 사료요구율에 미치는

영향과 메커니즘을 조사할 필요가 있는 것으로 판단된다. He et al.(2017) 그리고 Ramirez et al.(2021)은 본 연구 결과와 마찬가지로 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 사료요구율이 개선됨을 보고하였다. 반면 Reshadi et al.(2020) 그리고 Kim et al.(2023)은 산란계에 오레가노 급여 시 사료요구율의 차이가 없었음을 보고하였다.

전체 시험 기간 동안 처리구에 따른 산란율 및 산란량은 차이가 존재하지 않았다($P>0.05$). 본 연구 결과와 달리, Chen et al.(2020)은 산란계에 항미생물성 펩타이드 급여를 통해 산란율을 비롯한 계란 생산성이 증진되었음을 보고하였고, 항미생물성 펩타이드가 장내 환경을 개선하고 점막의 면역기능을 증진시켰기 때문에 계란 생산성이 향상된 것으로 해석하였다. 한편, Reshadi et al.(2020)은 본 연구 결과와 마찬가지로 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 산란율에 미치는 영향이 없었음을 보고하였고, Kim et al.(2023)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 산란량에 차이가 없었음을 보고하였다. 반면, Ramirez et al.(2021) 그리고 Emmanuel et al.(2022)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 산란율이 개선되었음을 보고하였다. Emmanuel et al.(2022)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 장내 미생물 균총에 긍정적인 영향을 미쳐 자궁 건강을 증진시켰기 때문에 산란율이 개선된 것으로 판단하였다(Zou et al., 2016). 또한 오레가노 추출물의 대표적인 효능인 장내 미생물 균총 개선에서 비롯한 유익균의 우점 및 경쟁적 배제 효과로 인해 유해균의 영양소 이용이 저해되었고(Pan and Yu, 2014), 결과적으로 계란 생산에 쓰이는 영양소 이용성이 향상되어 산란율이 향상되었을 수 있는 것으로 사료된다(Kers, 2018; Diaz Carrasco et al., 2019). 한편, 오레가노 추출물의 성분, 첨가 수준, 시험사료 조성, 산란계 품종, 산란계 주령 및 환경 조건에 따라 효능이 다르게 조사될 수 있기 때문에 추가적인 관련 연구가 필요한 것으로 사료된다.

2. 계란 품질

Table 3에 다양한 사료첨가제의 보충에 따른 산란계의 계란 품질을 제시하였다. 실험 14일차, 난황색의 경우 YAAPB처리구가 CON보다 작게 조사되었고($P<0.05$), APY처리구 및 OGO처리구의 난황색은 CON의 난황색과 차이가 없는 것으로 조사되었다($P>0.05$). 본 연구 결과, 산란계에 *Bacillus subtilis* 및 효모 유래 항균성 펩타이드 급여 시 일반 사료 급여 시에 비해 난황색이 작게 조사되었으나, 항균성 펩타이드가 계란의 난황색에 미치는 영향을 조사한 선행 연구가 전무하기 때문에 그 근거를 제시하기 어려운 실정이다. 한편, Kim et al.(2023) 그리고 Gültepe et al.(2021)은 본 연구 결과와 마찬가지로 산란계에

Table 3. Egg quality of laying hens at week 40 fed diets containing different feed additives¹

Items	Dietary treatment ²				SEM	P-value
	CON	YSAPB	APY	OGO		
Albumen height (mm)	7.92	7.60	8.03	7.80	0.096	0.426
Haugh units	88.70	86.49	89.30	87.50	0.555	0.286
Yolk color	6.53 ^b	5.67 ^a	6.23 ^{ab}	6.46 ^b	0.086	0.002
Eggshell color	19.27	19.17	20.40	20.37	0.275	0.217
Eggshell thickness (mm)	0.380 ^b	0.381 ^b	0.370 ^{ab}	0.357 ^a	0.003	0.004
Breaking strength (g)	5,342.37	5,519.89	5,106.48	5,150.73	63.601	0.088

¹ Values are mean of six replicates per treatment.

² CON: Basal diet meets the recommended nutritional requirements for Hy-Line Brown; YSAPB: CON + 1 g/kg YSAPB; APY: CON + 1 g/kg APY; OGO: CON + 1 g/kg OGO.

^{ab} Means in a row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

SEM = standard error of mean.

오레가노 추출물 급여 시 난황색의 차이가 없었음을 보고하였다. 그러나 Christaki et al.(2012), Reshadi et al.(2020) 그리고 Ramirez et al.(2021)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난황색 지수가 상승함을 보고하였다. 이를 Reshadi et al.(2020)은 오레가노에서 계란 난황으로 색소가 전이된 것으로 해석하였고, Ramirez et al.(2021)은 오레가노 추출물이 난황색을 결정하는 카로티노이드와 비타민D와 같은 지용성 물질을 체내에 유지시키는 능력이 있기 때문으로 해석하였다.

실험 14일차, 난각 두께는 OGO처리구에서 CON보다 작게 조사되었고($P < 0.05$), YSAPB처리구 및 APY처리구의 난각 두께는 CON의 난각 두께와 차이가 없었다($P > 0.05$). 본 연구 결과, 산란계에 항균성 펩타이드 급여 시 난각 두께에 미치는 영향은 없었고, 이는 Chen et al.(2020)의 연구 결과와 경향성이 일치한다. 그러나 아직까지 산란계에 항균성 펩타이드의 급여가 난각 두께에 미치는 영향을 조사한 연구는 매우 적은 실정이기 때문에 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다. 한편, Reshadi et al.(2020) 그리고 Kim et al.(2023)은 본 연구 결과와 마찬가지로 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난각 두께의 변화가 없었음을 보고하였다. 반면 Ramirez et al.(2021) 그리고 Emmanuel et al.(2022)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난각 두께가 유의미하게 증가하였음을 보고하였다. Ramirez et al.(2021) 그리고 Emmanuel et al.(2022)은 이를 오레가노 추출물 성분인 티몰이 산란계 장내 세균의 대사 활동에 긍정적인 영향을 미쳤고, 이에 칼슘 및 마그네슘과 같은 광물질의 이용성이 향상되었기 때문에 난각 두께가 증가한 것으로 해석하였다.

반면 전체 시험 기간 동안 처리구에 난백고, 계란신선도,

난각색 및 난각 강도는 차이가 없었다($P > 0.05$). 본 연구 결과와 마찬가지로 Chen et al.(2020)은 산란계에 항미생물성 펩타이드 급여 시 난백고, 호우 유닛, 난각강도에 미치는 영향이 없었음을 밝혔다. 한편, Kim et al.(2023)은 본 연구 결과와 달리 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난각 강도가 향상되었음을 보고하였는데, 이를 장내 미생물 군총의 대사 활동 개선을 통한 칼슘의 이용성 향상에 의한 것으로 해석하였다. 반면, Ramirez et al.(2021)은 산란계에 오레가노 추출물 급여 시 난백고와 호우 유닛이 개선되었음을 밝혔고, 이를 오레가노 추출물이 산란 시 난관팽대부 및 자궁을 보호하여 난백 단백질 성분인 알부민의 분비를 촉진하였기 때문으로 판단하였다. 한편, 연구에 따라 오레가노 추출물 첨가제의 성분과 첨가량, 시험사료 조성, 산란계 품종과 주령 및 환경 조건이 상이하기 때문에 계란 품질에 미치는 영향이 다르게 조사될 수 있다.

적 요

본 연구는 산란계의 성장촉진용 항생제 대체용 천연 유래 사료첨가제로서 오레가노 식물로부터 얻은 기름(OGO), 효모 또는 *Bacillus* 유래 항균펩타이드(YSAPB), 효모 유래 항균펩타이드(APY)의 효능을 평가하고자 수행되었다. 사료첨가제의 급여에 따른 산란 성적 및 계란 품질을 조사한 결과, 실험 7일차 산란계에 0.1% YSAPB 급여 시 난중이 감소하였고($P < 0.05$), 사료요구율이 증가하였다($P < 0.05$). 실험 14일차, 산란계에 0.1% OGO 급여 시 난중이 증가하였고($P < 0.05$), 난각 두께 및 사료요구율은 감소하였다($P < 0.05$). 또한 실험 14

일차 산란기에 0.1% YSAPB 급여 시 난황색이 유의미하게 변화하였다($P<0.05$). 반면 전 시험기간 동안 처리구에 따른 산란율, 산란량, 난백고, 계란신선도, 난각색 및 난각강도의 차이는 존재하지 않았다($P>0.05$). 본 연구를 통해 산란계 (Hy-Line Brown) 사료에 천연 항생제 대체물질인 오레가노 추출물을 1 g/kg 수준으로 보충하여 급여 시 산란성적 및 계란 품질을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 반면 산란계에 항균성 펩타이드 급여 시 산란성적 및 계란품질에 긍정적인 영향을 미치지 않았으므로 향후 추가적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

(색인어 : 항생제, 계란 생산성, 계란 품질, 사료첨가제, 산란계)

사 사

본 과제는 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 사회맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 연구결과입니다.

ORCID

Jeseok Lee <https://orcid.org/0000-0002-6829-029X>
 Nuwan Chamara Chathuranga <https://orcid.org/0000-0003-1002-4068>
 Myunghwan Yu <https://orcid.org/0000-0003-4479-4677>
 Woo Jin Ki <https://orcid.org/0000-0001-8241-874X>
 Jung Min Heo <https://orcid.org/0000-0002-3693-1320>
 Myoung Soo Nam <https://orcid.org/0000-0003-0866-1041>

REFERENCES

- Abd El-Hack ME, El-Saadony MT, Salem HM, El-Tahan AM, Soliman MM, Youssef GB, Swelum AA 2022 Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. *Poult Sci* 101:101696.
- Bozkurt M, Bintaş E, Kırkan Ş, Akşit H, Küçükyılmaz K, Erbaş G, Tüzün AE 2016 Comparative evaluation of dietary supplementation with mannan oligosaccharide and oregano essential oil in forced molted and fully fed laying hens between 82 and 106 weeks of age. *Poult Sci* 95:2576-2591.
- Chen X, Y Zhan, W Ma, Y Zhu, Z Wang 2020 Effects of antimicrobial peptides on egg production, egg quality and caecal microbiota of hens during the late laying period. *Anim Sci J* 91:e13387.
- Christaki E, Bonos E, Giannenas I, Florou-Paneri P 2012 Evaluation of oregano and α -tocopheryl acetate on laying Japanese quail diets. *J Basic Appl Sci* 8:238-242.
- Costa MC, Bessegatto JA, Alfieri AA, Weese JS, Filho JA, Oba A 2017 Different antibiotic growth promoters induce specific changes in the cecal microbiota membership of broiler chicken. *PLOS ONE* 12:e0171642.
- Diaz Carrasco JM, Casanova NA, Fernández Miyakawa ME 2019 Microbiota, gut health and chicken productivity: what is the connection? *Microorganisms* 7:374-389.
- Emmanuel DC, Oyeagu CE, Ogwuegbu MC, Ozochi CU, Ezema C, Akuru AE, Lewu FB 2022 Egg lipid profile, growth traits, blood biomarkers, and physical egg characteristics of heavy ecotype laying hens fed oregano (*Origanum vulgare*) meals. *Int J Vet Sci* 11:344-352.
- Gautron J, Réhault-Godbert S, Van de Braak TGH, Dunn IC 2021 What are the challenges facing the table egg industry in the next decades and what can be done to address them? *Animal* 15:100282.
- Gültepe EE, Iqbal A, Uyarlar C, Rahman A, Özçinar Ü, Çetingül I S, Bayram I 2021 Dietary oregano (*Origanum onites*) maintained the antioxidant capacity and haugh unit, but not yolk color of stored eggs up to 30 days. *Acta Vet* 47:76-81.
- Gyawali I, Paudel R, Rayamajhi K, Khan I.A, Dahal G 2021 Ecofriendly alternatives to antibiotics for improving growth performance in poultry. *MSP* 5:60-67.
- Hassan M, M Kjos, I Nes, D Diep, F Lotfipour 2012 Natural antimicrobial peptides from bacteria: characteristics and potential applications to fight against antibiotic resistance. *J Appl Microbiol* 113:723-736.
- Haugh RR 1937 The Haugh unit for measure egg quality. *United States Egg Poultry Magazine* 43:552-555.
- He X, Hao D, Liu C, Zhang X, Xu D, Xu X, Wu R 2017 Effect of supplemental oregano essential oils in diets on production performance and relatively intestinal parameters of laying hens. *Am J Mol Biol* 7:73-85.
- Hong J, I Kim, I Hwang, J Lee, J Kim, O Kwon, S Lee 2003 Evaluation of recombinant human lactoferricin culture as

- a substitute for antibiotic in pig starter diets. *J Anim Sci Technol* 45:537-542.
- Hy-Line International 2024 Hy-Line Brown Conventional Systems Performance Guide. <https://www.hyline.com/files-images/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20STD%20ENG.pdf> Accessed on April, 20, 2024.
- KAPE (Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation) 2024 Livestock population survey. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1EO091&conn_path=I2 Accessed on June 20, 2024.
- Kers JG, Velkers FC, Fischer EA, Hermes GD, Stegeman JA, Smidt H 2018 Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. *Front Microbiol* 9:235-258.
- Kidd MT and Anderson KE 2019 Laying hens in the US market: An appraisal of trends from the beginning of the 20th century to present. *J Appl Poult Res* 28:771-784.
- Kim HS, Kim HJ, Yun YS, Lee WD, Shin HK, Son JS, Hong EC, Jeon IS, Kang HK 2023 Effects of dietary *Bacillus subtilis* and oregano oil supplementation on performance, egg quality, and intestinal morphology in late-phase laying hens. *Korean J Poult Sci* 50:311-323.
- Li Y, Q Xiang, Q Zhang, Y Huang, Z Su 2012 Overview on the recent study of antimicrobial peptides: origins, functions, relative mechanisms and application. *Peptides* 37:207-215.
- Liu T, R She, K Wang, H Bao, Y Zhang, D Luo, Y Hu, Y Ding, D Wang, K Peng 2008 Effects of rabbit sacculus rotundus antimicrobial peptides on the intestinal mucosal immunity in chickens. *Poult Sci* 87:250-254.
- Manishimwe R, Nishimwe K, Ojok L 2017 Assessment of antibiotic use in farm animals in Rwanda. *Trop Anim Health Prod* 49:1101-1106.
- Oniga I, Puşcaş C, Silaghi-Dumitrescu R, Olah NK, Sevastre B, Marica R, Hanganu D 2018 *Origanum vulgare* ssp. *vulgare*: chemical composition and biological studies. *Molecules* 23:2077-2091.
- Oh H, Cho J, Lee Y, Yu S, Lee J, Cho S 2018 Effect of natural mineral complex on egg quality, egg production and hatchability in laying hens during the summer season. *Korean J Agric Sci* 45:229-237.
- Pan D and Yu Z. 2014. Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes* 5:108-119.
- Rafiq K, Tofazzal Hossain M, Ahmed R, Hasan MM, Islam R, Hossen MI, Islam MR 2022 Role of different growth enhancers as alternative to in-feed antibiotics in poultry industry. *Front Vet Sci* 8:794588.
- Ramirez SY, Peñuela-Sierra LM, Ospina MA 2021 Effects of oregano (*Lippia organoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens. *Vet World* 14:595-602.
- Reshadi H, Torki M, Mohammadi H. 2020. Changes in performance, egg quality and blood parameters of laying hens fed selenium and oregano oil. *Anim Prod Sci* 60:1620-1629.
- Ricke SC, Dittoe DK, Olson EG 2022 Microbiome applications for laying hen performance and egg production. *Poult Sci* 101:101784.
- Soromou LW, Leno PF, Kamano A, Souare ML, Camara AOD, Camara K 2024 Current practices in the veterinary use of antibiotics in poultry laying hens in Friguigbe (Guinea). *J Drug Deliv Ther* 14:35-40.
- Tang Z, Y Yin, Y Zhang, R Huang, Z Sun, T Li, W Chu, X Kong, L Li, M Geng 2008 Effects of dietary supplementation with an expressed fusion peptide bovine lactoferricin - lactoferrampin on performance, immune function and intestinal mucosal morphology in piglets weaned at age 21 d. *Br J Nutr* 101:998-1005.
- Thioune A, Ba S, Sylla KSB, Bada-Alamedji R 2022 Analysis of the use of antibiotics in modern laying hen farms in the Dakar region and surrounding area. *Int J Biol Chem* 16:1387-1398.
- Wang D, W Ma, R She, Q Sun, Y Liu, Y Hu, L Liu, Y Yang, K Peng 2009 Effects of swine gut antimicrobial peptides on the intestinal mucosal immunity in specific-pathogen-free chickens. *Poult Sci* 88:967-974.
- Xu S, Wang F, Zou P, Li X, Jin Q, Wang Q, Wang B, Zhou Y, Tang L, Yu D, Li W 2022 *Bacillus amyloliquefaciens* SC06 in the diet improves egg quality of hens by altering intestinal microbiota and the effect is diminished by antimicrobial peptide. *Front Nutr* 9:999998.
- Yoon J, S Ingale, J Kim, K Kim, S Lee, Y Park, I Kwon, B Chae 2012 Effects of dietary supplementation of antimicrobial peptide-A3 on growth performance, nutrient digestibility, intestinal and fecal microflora and intestinal morphology in weanling pigs. *Anim Feed Sci Technol*

177:98-107.

Yu M, Jeon JO, Cho HM, Hong JS, Kim YB, Nawarathne SR, Wickramasuriya SS, Yi Y, Lee H, Wan V, Ng NKJ, Tan CH, Heo JM 2021 Broiler responses to dietary 3,4,5-trihydroxybenzoic acid and oregano extracts under Eimeria challenge conditions. *J Anim Sci Technol* 63:1362-1375.

Zou Y, Xiang Q, Wang J, Peng J, Wei H 2016 Oregano

essential oil improves intestinal morphology and expression of tight junction proteins associated with modulation of selected intestinal bacteria and immune status in a pig model. *Biomed Res Int* 2016:5436738.

Received Nov. 2, 2024, Revised Nov. 12, 2024, Accepted Nov. 13, 2024