

산란기에 Microbial Phytase 첨가시 산란율, 계란 품질, 인 이용률 및 영양소 대사율에 미치는 영향

장해동¹ · 현영² · 김희성² · 황일환³ · 유종상¹ · 김효진¹ · 신승오¹ · 황엽¹ · 주천상¹ · 진영걸¹ · 조진호¹ · 김인호^{1,†}
¹단국대학교 동물자원학과, ²서울사료, ³이지바이오시스템

Effect of Dietary Microbial Phytase on Laying Performance, Egg Quality, Phosphorus Utilization and Nutrient Metabolizability in Laying Hens

H. D. Jang¹, Y. Hyun², H. S. Kim², I. W. Hwang³, J. S. Yoo¹, H. J. Kim¹, S. O. Shin¹, Y. Hwang¹,
T. X. Zhou¹, Y. J. Chen¹, J. H. Cho¹ and I. H. Kim^{1,†}

¹Department of Animal Resource & Science, Dankook University, ²Seoul Feed, Co. Ltd, ³EASY BIO System, Inc

ABSTRACT The study was conducted to evaluate the effects of dietary microbial phytase on egg productivity, egg quality, phosphorus utilization and nutrient digestibility in laying hens. The animals used in the experiment were a total of 120 Hy-Line Brown laying hens (32 weeks old). Dietary treatments included 1) CON (basal diet), 2) LP (low phosphorus diet) 3) NP (low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase) and 4) CP (low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase). Six laying hens were allotted to a block (pen) with five replicated. Through the whole period of experiment, egg production was significantly increased in CON and CP treatments compared to LP treatment ($P<0.05$). CON, CP and NP treatments significantly increased their egg shell breaking strength and egg shell thickness compared to LP treatment ($P<0.05$). CON, CP and NP treatments resulted higher yolk color and Haugh unit than LP treatment ($P<0.05$). Calcium and inorganic phosphorus contents in blood were higher in CP treatment compared to LP treatment ($P<0.05$). Dry matter digestibility and nitrogen digestibility were greater in CP treatment than CON, LP and NP treatments ($P<0.05$). Crude ash was increased in CON, CP and NP treatments compared to LP treatment ($P<0.05$). Calcium digestibility and phosphorus digestibility were significantly improved in CP and NP treatments than CON and LP treatments ($P<0.05$). Calcium retention of CON, CP and NP treatments were higher than LP treatment ($P<0.05$). Phosphorus retention was increased in CP and NP treatments compared to CON and LP treatments ($P<0.05$). LP treatment significantly increased their nitrogen, calcium excretion compared to CON, CP and NP treatments ($P<0.05$). Phosphorus excretion was decreased in LP, CP and NP treatments compared to CON treatment ($P<0.05$). In conclusion, CP treatment improved egg production, egg quality, inorganic calcium and phosphorus in blood, calcium and phosphorus retention and nutrient digestibility and decreased nitrogen and calcium excretion in laying hens.

(Key words : microbial phytase, egg production, egg quality, phosphorus utilization, laying hens)

서 론

가축의 배설물에서 질소와 인은 환경오염의 주원인으로 사료의 이용성 및 배설량의 감소를 줄이는 연구가 진행되고 있다. 가축의 배설물 중 인은 토양 및 지표수에 유입되는데, 배설된 인은 일반적으로 호수에서 제한 영양원으로 작용하기 때문에 인의 농도에 따라 호수에 부영양화 작용이 발생하게 된다(허우명 등, 1992; 김범철 등, 1995). 분뇨에 인이

많이 함유되어 있는 것은 곡류 사료 내 대부분의 인이 phytic acid 상태로 존재하기 때문이다(이선재 등, 1999). 따라서, Cromwell and Coffy(1991)의 연구에서는 분내 오염 물질중 인의 배출량을 감소시키는 것이 환경오염을 줄이는 중요한 방법이라고 하였다.

Phytic acid는 유기인산으로서 myo-inositol hexaphosphate를 말하고, phytate는 P, Ca, Mg, Zn, Fe 및 Cu 등이 결합되어 있는 염 형태를 말한다(IUPAC-IUB, 1977). Jongbloed(1987)

[†] To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

의 연구에서는 밀은 $40 \pm 7\%$, 보리는 $12 \pm 22\%$, 연맥은 1% , 옥수수 $-6 \pm 15\%$ 및 대두박은 $-6 \pm 15\%$ 정도로 phytate 인의 진정 소화율이 낮다고 하였다. Phytate 인의 분해와 축적은 사료 원료 내 phytate의 형태와 광물질 및 비타민 D의 수준에 따라 차이가 나는 것으로 알려져 있다. Mohammed et al.(1991)의 연구에서는 사료 내 칼슘 수준을 낮추었을 때 phytate의 이용성은 증가되었다고 하였다.

곡류에 존재하는 phytase의 최대 활성을 위한 적정 pH는 5.0~5.5인 반면 미생물 유래 phytase의 적정 pH는 2.0~2.5라고 하고 있다. 단위 동물의 체내에서 phytase에 의한 phytate의 분해는 거의 pH 2.0~3.0 정도 수준인 위장속에서 일어나기 때문에 미생물 유래 phytase가 적합한 것으로 알려져 있다 (Schulz and Oslage, 1972). 따라서, Microbial phytase는 phytate 인의 이용성을 개선시키며(Denbow et al., 1995; Ravindran et al., 1995), phytate와 결합되어 있는 유기물, 단백질과 아미노산의 이용성도 개선시킨다고 하였다(Ketaren et al., 1993). 또한, Phytate와 결합되어 있는 2가 양이온인 Mg, Fe, Zn, Cu 및 Mn의 이용성을 개선시킨다고 하였다(Ravindran et al. 1995; Liu et al., 1998).

Gorden and Roland(1997)의 연구에서는 산란계에 무기태 인이 부족한 사료에 phytase 첨가시 산란율, 난중 및 난각질이 떨어지는 것을 방지한다고 하였고, Um and Paik(1999)의 결과에서는 산란계에 phytase 첨가시 산란율과 영양소 이용성 및 난각질을 개선시킬 수 있다고 하였다. Boiling et al. (2000)는 산란계에 유효인 0.1% 수준의 phytase 첨가시 정상적인 무기태인 사료에 비하여 생산성에 차이가 없었고, 분내인 함량도 50% 정도 감소시킨다고 하였다.

따라서, 본 시험에서는 산란계에 인 함량을 감소시킨 옥수수-대두박 위주의 사료 내 제조 방법이 다른 microbial phytase의 급여시 산란율, 계란 품질, 인 이용율 및 영양소 소화율에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

재료 및 방법

1. 시험 동물 및 시험 설계

본 시험은 32주령 Hy-Line Brown 갈색계 120수를 공시하였고, 4주간 사양 시험을 실시하였다. 시험 설계는 CON(basal diet), LP(low phosphorus diet), NP(low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase) 및 CP(low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 6수씩 완전 임의 배치하였다. 본 시험에 사용

된 normal microbial phytase은 일반 분말 형태로 만들어졌으며, coating microbial phytase은 일반 분말 입자에 코팅을 하였다. 시험에서 사용된 microbial phytase는 1,000 FTU/kg의 역가를 가졌다. 1 FTU는 37 °C, pH 5.5에서 0.0015 mole의 sodium phytate로 부터 분당 1 micromole의 inorganic phosphorus를 방출하는데 소요되는 효소의 양으로 나타내었다.

2. 시험 사료과 사양 관리

옥수수-대두박 위주의 사료로서 대조구는 CP 17%, ME 2,789 kcal/kg, lysine 0.86%, phosphours 0.63%, calcium 4.01%이며, microbial phytase 급여 처리구는 CP 17%, ME 2,789 kcal/kg, lysine 0.86%, phosphorus 0.51%, calcium 4.00%의 가루 형태로 산란율과 체중을 고려하여 일정한 양을 급여하였다. 물은 자동 급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 조절하였다. 총 점등 시간은 일일 17시간이 되도록 조절하였다.

3. 조사 항목 및 방법

1) 산란율

산란율은 사양 시험 기간 중 매일 채집하여 처리구별로 총 산란수를 사육수수로 나누어 백분율(%)로 표시하였다.

2) 계란 품질

(1) 난각 품질

난각 강도는 난각 강도계(egg shell force gauge model II; Robotmation Co. Ltd., Japan)를 이용하였으며, 난각 두께는 dial pipe gauge(Ozaki MFG. Co. Ltd., Japan)를 이용하여 난각의 예단부, 중앙부 및 둔단부를 측정하였다.

(2) 난중, 난황색 및 Haugh unit

난중, 난황색 및 Haugh unit은 개시와 종료 후 계란을 처리당 30개씩 집란하여 계란 품질 검사기(egg multi tester; Touhoku Rhythm Co. Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다.

(3) 혈액 내 칼슘 및 무기태 인 함량

혈액 채취는 시험 개시시와 종료시에 처리당 임의로 10수씩을 선발하여 익정맥에서 sodium heparin vacuum tube를 이용하여 혈액을 채취하여 4 °C에서 2,000 × g로 30분간 원심 분리하여 얻은 혈청을 자동생화학분석기(ADVIA 1650, Japan)를 이용하여 혈액 내 칼슘 및 무기태 인 함량을 조사하였다.

3) 대사 시험

시험 종료 7일전에 표시물로서 산화크롬(Cr₂O₃)을 0.2% 첨가하여 급여 후 동일한 시간 동안 배설된 분을 채취하였다. 채취한 분은 60 °C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후 Willey mill로 분쇄하여 분석에 이용하였다. 사료의 일반 성분과 표

Table 1. Diet composition (as-fed basal)

Ingredient (%)	CON	LP	NP	CP
Corn	58.47	58.66	58.63	58.63
Soybean meal	25.66	25.66	25.66	25.66
Corn gluten meal	1.28	1.26	1.26	1.26
Salt	0.20	0.20	0.20	0.20
Limestone	8.86	9.42	9.42	9.42
TCP	1.70	1.04	1.04	1.04
Tallow	3.19	3.12	3.12	3.12
Vitamin premeix ¹	0.12	0.12	0.12	0.12
Choline-Cl (50%)	0.03	0.03	0.03	0.03
Mineral premix ²	0.12	0.12	0.12	0.12
NaHCO ₃	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-Methionine	0.17	0.17	0.17	0.17
Phytase ³	-	-	0.03	0.03
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated values				
ME (kcal/kg)	2,789	2,789	2,789	2,789
Crude protein (%)	17.00	17.00	17.00	17.00
Calcium (%)	4.01	4.00	4.00	4.00
Available phosphorus (%)	0.63	0.51	0.51	0.51
Lysine + methionine (%)	1.60	1.61	1.61	1.61

¹ Provided per kilogram of diet: 15,000 IU of vitamin A, 3,750 IU of vitamin D₃, 37.5 mg of vitamin E, 2.55 mg of vitamin K₃, 3 mg of vitamin B₁, 7.5 mg of vitamin B₂, 4.5 mg of vitamin B₆, 24 g of vitamin B₁₂, 51 mg of niacin, 1.5 mg of folic acid, 126 g of biotin and 13.5 mg of pantothenic acid.

² Provided per kilogram of diet: 37.5 mg of Zn, 37.5 mg of Mn, 37.5 mg of Fe, 3.75mg of Cu, 0.83 mg of I, 0.23 mg of Se and 62.5 mg of S.

³ CON, basal diet; LP, Low phosphorus diet; NP, Low phosphorus diet + 0.03% Normal microbial phytase; CP, Low phosphorus diet + 0.03% Coated microbial phytase.

시물로 혼합된 Cr은 AOAC(1995)의 방법에 준하여 분석하였다.

4. 통계 처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model procedure를 이용하여 분산 분석을 실시하였으며, 처리구간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법(1955)을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율

Microbial phytase 급여가 산란계의 산란율에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 산란율에 있어서 전체 기간 동안 CON과 CP 처리구가 LP 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 민병준 등(2005)의 결과에서는 산란계에 미생물 phytase를 첨가하였을 때 처리구간의 차이를 나타내지 않았다고 하였으며, 권관 등(1999)의 연구에서도 phytase를 첨가하였을 때 처리구간 차이를 나타내지 않았다고 하였다. 하지만, 김상호 등(2000)은 *Bacillus* 유래의 미생물 phytase를 인의 수준을 80% 낮춘 사료에 300DPU 수준을 첨가하였을 때, 산란율이 증가하였다고 하였다. 본 시험에서는 전체 사양시험 기간 동안 LP 처리구에 비해 CON과 CP 처리구가 산란율이 증가하였지만, 일반 microbial phytase 처리구와 LP 처리구는 차이가 없었다. 따라서, 코팅된 microbial phytase가 인 이용성 증가로 산란율이 증가된 것으로 사료된다.

2. 계란 품질

Microbial phytase 급여가 계란 품질에 미치는 영향은 Ta-

Table 2. Effects of dietary microbial phytase on egg production in laying hens

Items ¹	CON	LP	NP	CP	SE ²
	----- % -----				
0~2 week	91.88 ^a	87.50 ^{ab}	86.88 ^b	90.63 ^a	2.60
2~4 week	90.63 ^a	85.63 ^b	89.45 ^a	89.50 ^a	5.29
Overall	91.91 ^a	87.00 ^b	87.72 ^{ab}	90.35 ^a	2.18

¹ CON, basal diet; LP, low phosphorus diet; NP, low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase; CP, low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase.

² Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

ble 3에 나타내었다. 난각 강도와 난각 두께에 있어 종료시 LP 처리구와 비교하여 다른 처리구 모두 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), 난중에서는 처리구간 차이를 나타내지 않았다. 난황색과 Haugh unit에 있어 종료시에는 CON, CP 및 NP 처리구가 LP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타냈다($P<0.05$). Um and Paik(1999)의 결과에서는 난각 강도가 무기태 인의 수준이 감소하면서 약간 감소하고, 난각 두께와 Haugh unit에서 처리구간 차이가 없다고 하였다. 김상호 등(2000)의 결과에서도 계란 품질에서 처리구간 차이를 나타내지 않았다고 하였고, 민병준 등(2005)의 결과에서도 계란 품질에서 처리구간 차이를 나타내지 않았다고 하였다. 그러나, 권순관 등(2002)은 식물성 phytase을 산란계에 급여시 계란 품질에서 식물성 phytase 0.05% 처리구가 대조구보다 유의적으로 낮았다고 하였으며, 0.2% 처리구는 대조구와 차이가 없었다고 하였다. 본 시험에서는 난각 강도와 난각 두

Table 3. Effects of dietary microbial phytase on egg quality in laying hens

Items ¹	CON	LP	NP	CP	SE ²
Egg shell breaking strength (kg/cm ²)					
Initial	3.318	3.339	3.367	3.377	0.082
Final	3.994 ^a	3.476 ^b	3.994 ^a	4.133 ^a	0.495
Egg shell thickness (mm)					
Initial	0.346	0.344	0.343	0.344	0.016
Final	0.373 ^a	0.331 ^b	0.388 ^a	0.382 ^a	0.019
Egg weight (g)					
Initial	62.42	63.20	62.93	61.67	1.05
Final	64.06	63.02	62.78	62.26	1.51
Yolk color index					
Initial	7.92	7.81	7.89	7.87	0.56
Final	8.40 ^a	7.90 ^b	8.40 ^a	8.40 ^a	0.56
Haugh unit					
Initial	91.89	89.20	90.20	90.52	1.23
Final	93.92 ^a	85.34 ^b	94.94 ^a	94.91 ^a	1.91

¹ CON, basal diet; LP, low phosphorus diet; NP, low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase; CP, low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase.

² Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$).

께 있어서는 LP 처리구에 비해 microbial phytase 첨가 처리구가 유의적으로 증가하여 낮은 인을 함유한 사료내에 microbial phytase을 급여시 영향을 미치는 것으로 나타내었다. 이는 난각 형성에 필요한 Ca의 흡수가 microbial phytase에 의해 원활히 이루어지는 것으로 사료된다.

3. 혈액 내 칼슘 및 무기태 인 함량

Microbial phytase 급여가 산란계에 있어 혈액 내 칼슘 및 무기태 인 함량에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 혈액 내 칼슘 함량은 종료시에 CP 처리구가 LP 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), 무기태 인의 함량도 CP 처리구가 LP 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타냈다($P<0.05$). 민병준 등(2005)의 연구에서 microbial phytase을 첨가한 처리구가 대조구에 비해 혈액내 calcium 함량이 증가한다고 하였다. 하지만, Sebastian et al.(1996)의 결과에서는 낮은 인 함량 처리구가 혈청내 높은 calcium 함량을 나타내었다고 하였으며, Mitchell and Edwards(1996)의 연구에서도 같은 결과를 나타내었다. 본 시험에서는 코팅 처리한 microbial phytase가 LP 처리구에 비해 유의적으로 높았다. 하지만, 다른 phytase 처리구는 LP 처리구와 차이를 나타내지 않아 microbial phytase의 작용으로 혈액 내 calcium 농도를 증가시킨다고 설명할 수 없어 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

4. 영양소 소화율

Microbial phytase 급여가 산란계의 영양소 소화율에 미치

Table 4. Effects of dietary microbial phytase on calcium and inorganic phosphorus in blood of laying hens

Items ¹	CON	LP	NP	CP	SE ²
Ca (mg/dL)					
Initial	28.76	28.90	28.16	28.78	1.93
Final	30.44 ^{ab}	28.14 ^b	29.54 ^{ab}	32.46 ^a	1.13
I.P (mg/dL)					
Initial	7.80	7.90	7.76	7.60	0.63
Final	7.42 ^{ab}	6.34 ^b	7.38 ^{ab}	7.70 ^a	0.34

¹ CON, basal diet; LP, Low phosphorus diet; NP, low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase; CP, low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase.

² Pooled standard error.

^{ab} Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$).

Table 5. Effects of dietary microbial phytase on nutrient digestibility in laying hens

Items ¹	CON	LP	NP	CP	SE ²
Nutrient digestibility (%)					
Dry matter	81.29 ^{bc}	80.10 ^c	80.75 ^{bc}	83.27 ^a	0.48
Nitrogen	56.96 ^b	48.68 ^b	51.72 ^b	60.49 ^a	2.16
Crude ash	65.82 ^a	49.99 ^b	68.41 ^a	67.86 ^a	3.10
Calcium	59.84 ^b	54.03 ^c	68.40 ^a	68.02 ^a	1.25
Phosphorus	47.68 ^c	52.61 ^b	61.24 ^a	60.55 ^a	2.66

¹ CON, basal diet; LP, low phosphorus diet; NP, low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase; CP, low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase.

² Pooled standard error.

^{a-c} Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

는 영향은 Table 5에 나타내었다. 건물 소화율과 질소 소화율에서 CP 처리구가 CON, LP 및 NP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P < 0.05$). 회분 소화율은 LP 처리구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 낮게 나타났($P < 0.05$). 칼슘 소화율과 인 소화율에서는 CP와 NP 처리구가 CON과 LP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P < 0.05$). 권순관 등(2002)은 산란계에 phytase를 첨가 시 질소 소화율에서 대조구에 비해 증가하는 경향을 나타낸다고 하였으며, 김병환과 백인기(2003)는 육계에 phytase 첨가시 조회분에서는 phytase 첨가 처리구가 낮은 처리구에 비해 증가하였다고 하였으며, Um and Paik(1999)은 microbial phytase 첨가에 의한 사료내 인의 이용성이 개선된다고 하였다. 본 시험에서는 건물, 질소, 회분, 칼슘 및 인 소화율에서 CP 처리구가 LP 처리구에 비해 증가하여 이전 연구와 같은 결과를 나타내었다. 따라서, microbial phytase는 광물질의 체내 축적량을 증가시켜 칼슘과 인의 이용성을 증진시키는 효과를 나타내는데, 코팅 처리된 microbial phytase가 더욱더 이용성을 증진시키는 것으로 사료된다.

5. 질소, 칼슘, 인 섭취량 및 배출량

Microbial phytase 급여가 산란계에 있어 질소, 칼슘, 인 섭취량 및 배출량에 미치는 영향은 Table 6에 나타내었다. 건물 섭취량에서는 처리구간 차이를 나타내지 않았다. 질소 섭취량은 CON과 LP 처리구가 CP와 NP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으며($P < 0.05$), 칼슘 섭취량은 CON 처리구가 CP와 NP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타

Table 6. Effects of dietary microbial phytase on nitrogen, calcium and phosphorus utilization in laying hens

Items ¹	CON	LP	NP	CP	SE ²
DM intake (g/d)	186.67	180.92	166.20	162.80	32.65
N intake (g/d)	5.08 ^a	4.92 ^a	4.52 ^b	4.43 ^b	0.82
Ca intake (g/d)	7.49 ^a	7.24 ^{ab}	6.65 ^b	6.51 ^b	1.26
P intake (g/d)	1.57 ^a	1.18 ^b	1.45 ^{ab}	1.42 ^{ab}	0.10
N retention (g/d)	2.89 ^a	2.40 ^b	2.34 ^b	2.68 ^{ab}	0.28
Ca retention (g/d)	4.48 ^a	3.91 ^b	4.55 ^a	4.43 ^a	0.74
P retention (g/d)	0.75 ^b	0.62 ^c	0.89 ^a	0.86 ^a	0.16
N excretion (g/d)	2.19 ^b	2.53 ^a	2.18 ^b	1.75 ^c	0.24
Ca excretion (g/d)	2.26 ^b	3.33 ^a	2.10 ^b	2.08 ^b	0.47
P excretion (g/d)	0.82 ^a	0.56 ^b	0.56 ^b	0.56 ^b	0.06

¹ CON, basal diet; LP, low phosphorus diet; NP, low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase; CP, low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase.

² Pooled standard error.

^{a-c} Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

났으며($P < 0.05$), 인 섭취량은 CON 처리구가 LP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P < 0.05$). 질소 흡수량은 CON 처리구가 LP 및 NP 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났($P < 0.05$). 칼슘 흡수량은 CON, CP 및 NP 처리구가 LP 처리구보다 유의적으로 높게 나타났($P < 0.05$). 인 흡수량은 CP와 NP 처리구가 CON과 LP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P < 0.05$).

질소와 칼슘 배출량은 CON, NP 및 CP 처리구가 LP 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났($P < 0.05$). 인 배출량은 LP, NP 및 CP 처리구가 CON 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타내었다($P < 0.05$). 권관 등(1995)은 산란계에 인 공급량을 NRC 요구량의 80%로 하고 phytase를 500 FTU 첨가하면 대조구에 비해 배출량이 감소된다고 하였으며, Klein(1991)의 결과에서도 산란계에 무기태 인을 첨가하였을 때 47%의 흡수율을 보였으나, phytase의 사용시 인 흡수율이 64%로 증가한다고 하였다. Simons and Versteegh(1990)도 phytase를 750 units/kg 정도 사료에 첨가시 인의 흡수율이 40% 정도 개선되어 인의 배설량이 줄어든다고 하였다. Um and Paik(1999)은 phytase 첨가시 무기물의 이용성을 개선시킴으로써 칼슘과 인의 흡수량이 증가한다고 하였다. 김상호 등(2000)의 연구에서도 산란계에 phytase를 첨가시 대조구에 비해 칼슘과

인의 흡수량이 증가한다고 하였다. 본 시험에서도 LP 처리구가 다른 처리구에 비해 질소와 칼슘 배출량이 유의적으로 증가하였다. 따라서, 코팅된 microbial phytase를 첨가할 경우 칼슘과 인의 흡수량이 증가하는 것으로 사료된다.

결론적으로, 산란계에 코팅된 microbial phytase를 급여시 산란율, 계란 품질, 혈액 내 칼슘과 무기태 인 함량, 칼슘과 인 흡수량 및 영양소 소화율을 향상시키며, 질소와 칼슘 배출량도 감소시키는 것으로 나타났다.

적 요

본 시험은 microbial phytase를 첨가하여 산란계에 급여시 산란율, 계란 품질, 인 이용률 및 영양소 소화율에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행하였다. 32주령 Hy-Line Brown 갈색계 120수를 공시하여, 4주간 사양시험을 실시하였다. 시험 설계는 CON(control), LP(low phosphorus diet), NP(low phosphorus diet + 0.03% normal microbial phytase) 및 CP(low phosphorus diet + 0.03% coated microbial phytase)로 4개 처리를 하여 처리당 5반복, 반복당 6수씩 완전 임의 배치하였다. 전체 기간 동안 산란율은 CON과 CP 처리구가 LP 처리구보다 높게 나타났다($P<0.05$). 난각 강도와 난각 두께는 LP 처리구에 비해 CON, CP 및 NP 처리구가 높게 나타났다($P<0.05$). 난황색과 haugh unit에서는 CON, CP 및 NP 처리구가 LP 처리구보다 높게 나타났다($P<0.05$). 혈액내 칼슘과 인 농도는 CP 처리구가 LP 처리구에 비해 높게 나타났다($P<0.05$). 건물 소화율과 질소 소화율에서는 CP 처리구가 CON, LP 및 NP 처리구에 비하여 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 회분 소화율은 CON, CP 및 NP 처리구가 LP 처리구에 비해 증가하였다($P<0.05$). 칼슘 소화율과 인 소화율에서는 CP와 NP 처리구가 CON과 LP 처리구에 비해 높게 나타났다($P<0.05$). 칼슘 흡수량은 CON, CP 및 NP 처리구가 LP 처리구보다 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$). 인 흡수량은 CP와 NP 처리구가 CON과 LP 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타내었다($P<0.05$). 질소와 칼슘 배출량은 CON, NP 및 CP 처리구가 LP 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났다($P<0.05$). 인 배출량은 LP, NP 및 CP 처리구가 CON 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타내었다($P<0.05$). 결론적으로, 산란계에 있어 코팅된 microbial phytase의 첨가는 산란율, 계란 품질, 혈액 내 칼슘과 무기태 인, 영양소 소화율과 칼슘 및 인 흡수량을 증진시키며, 질소와 칼슘 배출량을 감소시키는 것으로 나타났다.

(색인어 : 미생물 파이테이즈, 산란율, 계란 품질, 인 이용률, 산란계)

인용문헌

- AOAC 1995 Official Method of Analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemist. Washington. DC.
- Boiling SD, Douglas MW, Johnson ML, Wang X, Parsons CM, Koelkebenck KW, Zimmermann RA 2000 The effect of dietary available phosphorus levels and phytase on performance of young and older laying hens. *Poult Sci* 79:224-230.
- Cromwell GL, Coffey RD 1991 Phosphorus-a key essential nutrient, yet a possible major pollutant- its central role in animal nutrition. pp. 133-145. In Lyons(Ed.) *Biotechnology in the Feed Industry*. Alltech Technical Publications, Nicholasville. KY.
- Denbow DW, Ravindran V, Kornegay ET, Yi Z, Hulet RM 1995 Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. *Poult Sci* 74:1831-1842.
- Duncan DB 1995 Multiple range and multiple F testes. *Biometrics*.
- Gorden RW, Roland DA 1997 Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels with and without supplemental phytase. *Poult Sci* 76:1172-1177.
- IUPAC-IUB: Commission on Biochemical Nomenclature 1977 Nomenclature of phosphorus containing compounds of biochemical importance. *Eur J Biochem* 79:1-9.
- Jongbloed AW 1987 Phosphorus in the feeding of pigs effect of diet on the absorption of phosphorus by growing pigs. Thesis. IVVO. Lelystad.
- Kelin FW 1991 24 Bay Futterwertleis-tungsprufung fur Broilermastfutter. *DGS* 18. 510.
- Ketaren PP, Batterham ES, Dettmann EB, Farrell DJ 1993 Phosphorus studies in pigs effects of phytase supplementation on the digestibility and availability of phosphorus in soybean meal for growing pigs. *Br J Nutr* 70:289-311.
- Liu BL, Rafiq A, Tzeng YM, Rob A 1998 The induction and characterization of phytase and beyond. *Enzyme Microbial Technol* 22:415-424.
- Mitchell RD, Edwards HMJR 1996 Additive effects of 1,25-dihydroxycholecalciferol and phytase on phytate phosphorus

- utilization and related parameters in broiler chickens. *Poult Sci* 75:111-119.
- Mohammed A, Gibney MJ, Taylor TG 1991 The effects of dietary levels of inorganic phosphorus, calcium and cholecalciferol on the digestibility of phytase-P by the chick. *Br J Nutr* 66:251-259.
- Ravindran V, Bryden WL, Lornegay ET 1995 Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poult Avian Biol Rev* 6:125-143.
- SAS 1996 SAS/STAT User's Guide : Version 6, 11th edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schulz E, Oslage HJ 1972 Intestinal hydrolysis of inositol phosphoric acid and absorption of phytin phosphorus in the swine. 2. Hydrolysis of inositol phosphoric acid in the intestinal tract of the swine. *Z tierphysiol Tieremahr Futtermittelkd* 30:76-91.
- Sebastian S, Touchburn SP, Chavez ER, Lague PC 1996 Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. *Poult Sci* 75:1516-1523.
- Simons PCM, Versteegh HAJ 1990 Phytase in feed reduces phosphorus excretion, *Poultry-Misset* June/July:15-17.
- Um JS, Paik IK 1999 Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. *Poult Sci* 78:75-79.
- 권관 한인규 김진동 신인수 권찬호 손광수 1995 옥수수-대두박 위주의 사료내 Phytase의 첨가가 산란계의 생산, 영양소 이용률 및 인 배설량에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 37(5):529-538.
- 권관 권찬호 장재익 정홍우 주종철 손광수 이원준 1999 옥수수-대두박 사료내 미생물 Phytase의 첨가가 산란계의 생산능력에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 41(5):527-536.
- 권순관 김성권 안병기 양운목 남기택 강창원 강석진 2002 사료내 식물성 phytase(Phytazum[®]) 첨가가 산란계의 생산성 및 인 이용성에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 44(1):55-60.
- 김범철 허우명 황길순 김동섭 최광순 1995 소양호에서 인의 존재 형태별 분포에 관하여. *한국수육학회지* 28:151.
- 김병한 백인기 2003 수침처리가 밀기울의 피틴태 인 함량과 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 45(2):229-240.
- 김상호 유동조 나재천 최철환 상병돈 이상진 이원준 류경선 2000 산란 생산성과 인 이용성에 대한 Microbial Phytase의 첨가 효과 I. 무기태인 수준이 다른 사료에 Microbial Phytase 첨가가 산란성 및 인 이용성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 27:19-23.
- 민병준 권오석 이원백 손경승 홍종욱 양승주 문태현 김인호 2005 인과 칼슘의 수준이 낮은 산란계 사료 내 미생물 Phytase의 첨가가 생산성 및 영양소 소화율에 미치는 영향. *한국가금학회지* 32(1): 15-21.
- 이선재 엄재상 남궁환 백인기 1999 식물성 사료원료내 피틴태 인의 함량과 Phytase Activity 및 그 특성에 관한 연구. *한영사지*. 23(6):501-506.
- 허우명 김범철 안태석 이기종 1992 소양호 유역과 가두리로 부터의 인 부하량 및 인 수치(Phosphorus Baget). *한국수육학회지* 25:207.

(접수일자: 2008. 03. 06, 채택일자: 2008. 06. 02)