

사료 내 천연 복합 미네랄 제제의 첨가가 산란계의 생산성, 계란 품질 및 혈액 성상에 미치는 영향

유종상¹ · 김진동² · 조진호¹ · 진영걸¹ · 김해진 · 강대경¹ · 민병준¹ · 김인호^{1*}

¹단국대학교 동물자원학과, ²(주) CJ 사료

The Effect of Natural Mineral Complex Supplementation on Production, Egg Quality and Blood Characteristic in Laying Hens

J. S. Yoo¹, J. D. Kim², J. H. Cho¹, Y. J. Chen¹, H. J. Kim¹, D. K. Kang¹, B. J. Min¹ and I. H. Kim^{1*}

¹Department of Animal Resource & Science, Dankook University

²CJ Feed Co. Ltd., Incheon, Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effects of natural mineral complex supplementation on egg production and characteristic in laying hens. A total of two hundred forty laying hens were randomly allocated into four treatments with ten replications for six weeks. Dietary treatments included 1) CON (control; basal diet) 2) M0.5 (basal diet + 3% chitosan + 0.5% natural mineral complex), 3) M1.0 (basal diet + 3% chitosan + 1.0% natural mineral complex) and 4) M1.5 (basal diet + 3% chitosan + 1.5% natural mineral complex). In the egg production, the M1.5 treatment was significantly higher than other treatments ($P < 0.05$). However, egg weight was significantly higher in M0.5 treatment than CON and M1.0 treatments ($P < 0.05$). Egg shell breaking strength was higher in M1.5 treatment than M0.5 treatment. Egg shell thickness was the highest in M1.5 treatment compared to other treatments ($P < 0.05$). The hens fed M0.5 diet were improved egg yolk color compared to those fed other diets ($P < 0.05$). The Haugh unit, CON and M1.0 treatments showed significantly different results compared to those of M1.5 treatment ($P < 0.05$). The M1.5 treatment had higher Ca and Fe concentration in blood and higher K concentration in yolk than CON ($P < 0.05$). In conclusion, supplementation of natural mineral complex in laying hen diets influenced on egg production, egg shell quality and mineral concentration in blood and yolk.

(Key words : natural mineral complex, egg characteristics, laying hen)

서 론

현재 외국 농산물의 수입 자유화에 따라 고품질 저가격 축산물 생산으로 경쟁력을 높이고, 제한된 시설 내에서 고품질의 축산물을 지속적으로 생산하기 위하여 사료 첨가제를 이용하고 있다. 그중 미네랄 제제는 가축의 각종 미량 요소 결핍으로 생기는 생리 장애를 예방할 수 있으며, 사료내 병원균 및 미생물 발생을 방지할 수 있다.

지금까지 연구에 따르면, 미네랄은 체내에서 골격, 체액 또는 연조직을 형성한다(한인규, 1996). Ca은 뼈의 형성과 난각 형성에 주로 이용되고 혈액 내에 존재하여 피를 응고시키는 데 사용된다. 만일 칼슘 공급이 부족할 시 성장 지연, 사

료 섭취량 감소, 난각 두께 및 산란율 감소 등의 결과를 나타내며, 심할 경우 폐사에 이른다. K은 근육, 뇌 및 간 등에 많이 함유되어 있으며, 혈장이나 장액에서 산과 염기의 균형을 유지하거나 적절한 삼투압을 유지되도록 Na과 함께 작용한다. 또한 세포의 내부 효소를 활성화 시키며, 심장의 정상적인 운동에 도움을 준다. K 공급 부족시 근육 허약증과 장의 긴장력 감퇴, 심장 허약, 호흡기 근육이 약해지는 이상 증상을 보인다. 또한 Fe의 결핍시에는 빈혈 및 우모의 탈색 등을 나타낸다(노선호, 2001).

본 시험에서 미네랄의 체내 이용성을 높이기 위하여 키토산을 사용하였다. 키토산은 자연계에 존재하는 고분자 다당류로서 점도가 높고, 독특한 떫은맛과 쓴맛을 가지고 있다

* To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

(Ikeyama et al., 1995). 키토산은 초기에 주로 흡착력을 이용하여 환경 분야에서 폐수 처리제나 중금속 흡착제로 이용하였으며 점차 식품, 화장품, 섬유, 농축산 분야 등에 응용 범위가 날로 넓어지고 있다. 또한 이러한 키토산은 생체 내에서 안전성이 높고 콜레스테롤을 저하시킬 뿐만 아니라(성형철 등, 2002; Asaoka K, 1996), 동물의 면역력을 증가시키고, 생리 기능을 활성화시켜 질 좋은 축산물의 생산에 기여한다(산업기술정보원, 1999). 그래서 최근에는 산란계, 육계, 돼지 및 젖소 등에 chitosan과 관련된 연구들이 활발히 이루어지고 있다(정병윤 등, 2004).

따라서 본 실험은 광물질(흑운모) 및 식물성 천연 물질(쑥, 솔잎)을 대상으로 하여 추출, 발효된 천연 미네랄 복합제제와 3% 키토산을 혼합 첨가시 산란계에서 생산성, 난질 및 혈액 성상에 미치는 효과에 대하여 알아보고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 액상 천연 미네랄 제제의 제조

본 시험에 사용된 천연 미네랄은 쑥(*Artemisia princeps*), 솔잎(*Pinus densiflora* Sieb.) 및 흑운모로부터 추출되어 각각 1:1:8로 혼합한 후 발효, 숙성된 천연 미네랄 복합제제로서 각각의 성분은 Table 1과 같다.

2. 시험 동물 및 시험 설계

Table 1. Composition of each natural mineral

Elements (ppm)	<i>Artemisia princeps</i>	<i>Pinus densiflora</i> Sieb.	Biotite
Fe	4.99	4.27	3212.00
Mg	81.09	63.90	1337.00
K	1427.26	595.13	1016.00
P	116.69	32.76	68.00
Ca	201.78	151.65	63.00
Na	33.52	28.09	48.00
Mn	2.12	9.66	37.00
Zn	1.12	1.27	7.18
Cr	0.12	0.08	4.36
Cu	0.16	0.13	1.05
Mo	0.01	0.004	0.08

본 시험은 72주령 Hy-line Brown 240수를 공시하였고, 6주간 사양 시험을 실시하였다. 처리구는 키토산과 미네랄의 첨가 수준별로 1) Control (CON; 기초사료), 2) 기초 사료 + 3% 키토산 + 0.50% 천연 미네랄 제제 (M 0.5), 3) 기초 사료 + 3% 키토산 + 0.10% 천연 미네랄 제제 (M1.0), 4) 기초 사료 + 3% 키토산 + 0.15% 천연 미네랄 제제 (M1.50)로 총 4 처리를 하여 처리당 10만복, 반복당 6수씩 임의 배치하였다.

3. 시험 사료 및 사양 관리

시험 사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 NRC(1994) 사양 표준을 기초로 하여 2,904kcal ME/kg, 15.45% CP, 0.70% Lysine, 3.23% Ca 및 0.61% P를 함유토록 하였다(Table 2). 시험 사료는 가루 형태로 자유 채식토록 하였으며, 물은 자동 급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 총 점등 시간은 일일 17시간으로 조절하였다.

4. 조사 항목

1) 산란율 및 난중

산란율은 사양 시험 기간 중 매일 집란하여 처리구별로 총 산란수를 사육수로 나누어 백분율을 표시하였으며, 난중은 매주 집란한 계란을 전자저울을 이용하여 측정하였다.

2) 계란 품질

계란 품질을 측정하기 위하여 매주 30개씩 집란하여 측정에 이용하였다. 난각 강도는 난각 강도계(1-63-11, Ozaki MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하였으며, 난각 두께는 Dial pipe gauge (1-63-11, Ozaki MFG. Co., Ltd., Japan)를 이용하여 난각의 예단부, 중앙부 및 둔단부를 측정하였다.

난황색은 Yolk color fan(Roche, Switzerland)을 이용하여 난황의 색도를 측정하였다. Haugh unit는 $(HU = 100 \times \log(H - (1.701 \times W^{0.37}) + 7.57))$ 의 방법(Haugh, 1937)으로 난백고(H)와 난중(W)을 공식에 대입하여 구하였다.

3) 혈액 내 미네랄 조성

혈액 채취는 처리 당 10수씩 임의로 선발하여 시험 종료 시 익정맥 부위에서 1수당 4mL씩 채취하였다. 채혈 즉시 4℃에서 냉장 보관 후, 2000 × g로 30분간 원심분리하여 혈청을 분리하여 분석에 이용하였다. K 과 Ca의 함량은 각각 ISE (ion selctive electrode(Bayer, USA)와 Calcium reagents(Bayer, USA)를 이용하여 자동 생화학 분석기(ADVIA 120, Bayer, USA)로 측정하였다. Fe 의 함량은 검사 시약 Fe(Roche, Germany)를 이용하여 자동 생화학 분석기(Cobas Integra 800, Ro-

Table 2. Diet composition(as-fed basis)

Ingredient	%
Corn	50.36
Soybean meal(CP 46%)	18.70
Wheat grain	10.00
Limestone	7.50
Wheat bran	5.00
Animal fat	4.44
Corn gluten meal	2.00
Tricalcium phosphate	1.40
Salt	0.30
DL-methionine	0.10
Mineral premix ¹	0.10
Vitamin premix ²	0.10
Chemical composition ³	
ME (kcal/kg)	2,904
Crude protein (%)	15.45
Lysine (%)	0.70
Methionine (%)	0.32
Calcium (%)	3.23
Phosphorus (%)	0.61
Available P (%)	0.35

¹ Provided per kg of premix: 25,000 mg Cu, 40,000 mg Fe, 60,000 mg Zn, 80,000 mg Mn, 1,500 mg I, 300 mg Co and 150 mg Se.

² Provided per kg of premix: 12,500,000 IU vitamin A, 2,500,000 IU vitamin D₃, 10,000 mg vitamin E, 2,000 mg vitamin K₃, 50 mg biotin, 500 mg folic acid, 35,000 mg niacin, 10,000 mg Ca pantothenate, 1,000 mg vitamin B₆, 5,000 mg vitamin B₂, 1,000 mg vitamin B₁ and 15 mg vitamin B₁₂.

³ Calculated values.

che, Swiss)로 측정하였다.

난황내 K, Ca, Fe의 함량을 알아보기 위하여 시험 종료시 각 처리구당 20개씩 집란하여 15분 동안 삶은 후 난황과 난백을 분리하였다. 이렇게 전처리를 한 시료는 AOAC(1990)의 ICP 방법으로 259.940nm에서 원자 흡광 광도를 이용하여 측정하였다.

5. 통계 처리

본 시험에서 얻어진 모든 자료는 SAS(SAS Institute, 1996)의 GLM procedure를 이용 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율 및 난중

사료내 천연 복합 미네랄 제제 첨가가 산란계의 산란율과 난중에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 본 시험에서는 첨가 수준에 따라서 일관성은 없었지만 산란율은 M1.5 처리구에서 다른 처리구에 비하여 유의적으로 높게 나타났으며($P<0.05$), 난중은 M0.5 처리구가 대조구 및 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P<0.05$). 이와 같은 결과는 윤병선 등 (2000)이 육용 종계에서 비타민과 미네랄 첨가에 따라 산란율이 개선되었다는 보고와 일치하였다. 또한 고재우 등(2005)은 산란계 사료 내 0.5%의 장식 첨가는 산란율을 개선시켰으나, 난중에 영향을 미치지 않았다고 하였다.

2. 계란 품질

사료 내 천연 복합 미네랄 제제 첨가가 산란계의 계란 품질에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 난각 강도는 2주차에 M1.0 처리구가 대조구와 M0.5 처리구와 비교하여 증가하였으나($P<0.05$), 시험 4주차와 6주차의 난각 강도는 처리구간에 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 전체 시험 기간 동안 난각 강도는 M1.5 처리구가 M0.5 처리구보다 증가하였다($P<0.05$). 난각 두께에 있어서는 개시 초기 M1.0 처리구가 대조구, M0.5 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다

Table 3. Effect of natural mineral complex on hen-day egg productivity in laying hens

Items	CON ¹	M0.5 ¹	M1.0 ¹	M1.5 ¹	SE ²
Egg production(%)	64.05 ^b	65.48 ^b	63.65 ^b	69.20 ^a	1.21
Egg weight(g)	64.29 ^c	65.57 ^a	64.80 ^{bc}	65.09 ^{ab}	0.24

¹ Abbreviated CON, control; M0.5, CON diet + 3% chitosan + 0.5% natural mineral complex; M1.0, CON diet+3% chitosan + 1.0% natural mineral complex; M1.5, CON diet + 3% chitosan + 1.5% natural mineral complex.

² Pooled standard error.

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

Table 4. Effect of natural mineral complex on egg quality in laying hens

Items	CON ¹	M0.5 ¹	M1.0 ¹	M1.5 ¹	SE ²
Egg shell breaking strength (kg/cm ²)					
0 week	3.10	3.26	3.08	3.18	0.26
2 week	3.07 ^b	3.03 ^b	3.89 ^a	3.57 ^{ab}	0.19
4 week	3.27	3.45	3.40	3.65	0.15
6 week	3.55	3.30	3.13	3.27	0.19
Overall	3.52 ^{ab}	3.28 ^b	3.54 ^{ab}	3.58 ^a	0.09
Egg shell thickness (mm)					
0 week	0.327 ^c	0.341 ^{bc}	0.366 ^a	0.362 ^{ab}	0.010
2 week	0.320 ^b	0.343 ^a	0.314 ^b	0.353 ^a	0.004
4 week	0.323 ^b	0.333 ^{ab}	0.321 ^b	0.347 ^a	0.005
6 week	0.327	0.337	0.337	0.335	0.008
Overall	0.325 ^c	0.338 ^b	0.336 ^b	0.349 ^a	0.004
Egg yolk color					
0 week	8.12 ^{ab}	8.88 ^a	8.18 ^{ab}	7.56 ^b	0.27
2 week	8.33	8.50	8.44	8.53	0.07
4 week	8.29 ^{ab}	8.43 ^a	8.19 ^b	8.36 ^{ab}	0.06
6 week	8.20 ^b	8.75 ^a	8.29 ^{ab}	8.25 ^{ab}	0.16
Overall	8.25 ^b	8.65 ^a	8.28 ^b	8.23 ^b	0.07
Haugh unit					
0 week	86.58	81.79	86.28	83.82	2.43
2 week	94.37 ^a	89.20 ^b	87.44 ^{bc}	84.01 ^c	1.63
4 week	88.87	91.90	92.15	89.44	1.32
6 week	71.63	71.67	72.97	69.24	2.40
Overall	85.36 ^a	83.64 ^{ab}	84.71 ^a	81.63 ^b	0.99

¹ Abbreviated CON, control; M0.5, CON diet + 3% chitosan + 0.5% natural mineral complex; M1.0, CON diet+3% chitosan + 1.0% natural mineral complex; M1.5, CON diet + 3% chitosan + 1.5% natural mineral complex.

² Pooled standard error.

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

($P < 0.05$). 이러한 이유는 시험 개시시 산란율을 기초로 배치 함으로 인해 처리구 간에 유의적인 차이가 난 것으로 사료된다. 그러나 시험 2주차와 4주차에서 M1.5 처리구는 대조구와 M1.0 처리구와 비교하여 증가하였다($P < 0.05$). 전체 시험

기간 동안 난각 두께는 M1.5 처리구가 다른 처리구와 비교하여 증가하였다($P < 0.05$). 이는 sodium zeolite를 급여한 산란계의 경우 난각질을 개선시킨다는 보고(Roland et al., 1985; Miles et al., 1986; Fery et al., 1992; 고재우 등, 2005)와 유사한 결과를 나타낸 것이다. 그러나 이원백 등(2003)은 산란계 사료내 게르마늄 혹은 모 첨가가 난각 두께와 난각 강도에 영향을 미치지 않는다는 보고와 홍종욱 등(2001)의 Fermkito 첨가가 난각 강도에 영향을 미치지 않는다는 보고와는 상이한 결과를 나타내었다.

전체 시험 기간 동안 난황색은 M 0.5 처리구가 다른 처리구와 비교하여 증가하였으나($P < 0.05$), M 1.0, M 처리구 및 대조구에서는 처리구간에 유의적인 차이가 없었다($P > 0.05$). 시험 2주차의 Haugh unit은 미네랄을 첨가한 처리구가 대조구와 비교하여 감소하였으나($P < 0.05$), 4주와 6주의 Haugh unit은 처리구간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$). 전체 시험 기간 동안 Haugh unit은 대조구와 M1.0 처리구가 M1.5 처리구와 비교하여 높게 나타났다($P < 0.05$).

3. 혈액과 난황내 K, Ca, Fe 함량

사료 내 천연 복합 미네랄 제제 첨가가 산란계의 혈액 내 K, Ca 및 Fe 함량에 미치는 영향은 Table 5에 나타내었다. 혈액 내 K 함량에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이가 없었

Table 5. Effect of natural mineral complex on K, Ca, Fe concentration in blood and egg yolk in laying hens

Items	CON ¹	M0.5 ¹	M1.0 ¹	M1.5 ¹	SE ²
Blood					
K	4.32	4.02	4.50	4.28	0.20
Ca	17.08 ^c	19.62 ^b	19.78 ^{ab}	22.04 ^a	0.75
Fe	536.40 ^b	596.50 ^{ab}	647.20 ^{ab}	726.00 ^a	50.39
Yolk					
K	801.20 ^b	773.60 ^b	908.10 ^{ab}	1106.50 ^a	90.83
Ca	0.19	0.15	0.18	0.16	0.02
Fe	175.73	151.52	170.60	155.64	15.49

¹ Abbreviated CON, control; M0.5, CON diet + 3% chitosan + 0.5% natural mineral complex; M1.0, CON diet+3% chitosan + 1.0% natural mineral complex; M1.5, CON diet + 3% chitosan + 1.5% natural mineral complex.

² Pooled standard error.

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

다($P>0.05$). 그러나 Ca과 Fe 함량에 있어서 미네랄의 첨가량에 따라 증가하는 경향을 나타내었고, M1.5 처리구는 대조구와 비교하여 높게 나타났($P<0.05$). 이와 같은 결과는 산란기에 있어 흑운모와 같은 다공성 광물질은 이온치환 능력이 뛰어나 Ca의 이용성을 증대시켰기 때문인 것으로 사료된다. 체내에서 Fe은 우선적으로 cytochrome과 세포 대사에 필요한 기타 효소에 많이 공급된다(노선호, 2001).

난황내 K의 함량에 있어서 M1.5 처리구는 대조구와 M0.5 처리구와 비교하여 증가하였다($P<0.05$). 그러나 Ca과 Fe 함량에 있어서 모든 처리구간의 유의적인 차이는 없었다($P>0.05$). 민병준 등(2006)은 본 시험과 동일한 천연 미네랄의 첨가시 육계의 혈액내 Fe 함량에 영향을 미치지 않았으나, 다리 근육 내의 Fe 함량에 있어서 사료 내 미네랄을 0.4% 첨가하였을 때 개선시킨다고 보고하였다.

본 시험에서 산란계 사료내 복합 미네랄제제 첨가는 산란계의 생산성, 계란 품질 개선시키는 경향을 나타내었고, 난황 및 혈액 내 미네랄 함량을 변화시켰다.

적 요

본 연구의 목적은 천연 미네랄 제제의 첨가가 산란계의 생산성, 난질 및 혈액과 난황 내 미네랄 함량에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 72주령 Hy-line Brown 240수를 공시하였고, 6주간 사양 시험을 실시하였다. 처리구는 1) Control(CON), 2) Control + 3% 키토산 + 0.50% 천연미네랄 제제 (M 0.5), 3) Control + 3% 키토산 + 0.10% 천연미네랄 제제 (M1.0), 4) Control + 3% 키토산 + 0.15% 천연미네랄 제제(M1.5)로 총 4 처리를 하여 처리당 10만복, 반복당 6수씩 임의 배치하였다. 산란율은 M1.5 처리구가 대조구, M1.0 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P<0.05$). 하지만 난중은 M0.5 처리구가 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P<0.05$). 난각 강도는 처리구와 대조구간에 차이를 보이지 않았으나, 난각 두께는 M1.5 처리구가 대조구 및 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났($P<0.05$). 난황색은 미네랄 처리구에서 첨가 수준의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. Haugh unit은 대조구와 M1.0 처리구가 가장 높게 나타났($P<0.05$). 난황 내 K의 함량은 M1.5 처리구가 대조구와 비교하여 증가하였다($P<0.05$). 그러나 난황 내 Ca과 Fe 함량에 있어서 처리구간의 유의적인 차이는 없었다($P<0.05$). 혈액 내 Ca과 Fe 함량은 M1.5 처리구에서 대조구와 비교하여 높게 나타났($P<0.05$). 따라서

산란계에서 1.5% 천연 복합 미네랄 제제의 급여는 산란율, 난각 두께를 개선시켰고, 혈액 및 난황 내 미네랄 조성을 변화시켰다.

(색인어 : 천연 복합미네랄제제, 생산성, 난질, 산란계)

사 사

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

- AOAC 1990 Official methods of analysis of AOAC: Food composition; additives; natural contaminants vol II.
- Asaoka K 1996 Chito-Chitosan-The Choice Food Supplement For Over 10,000 Physicians In Japan. Vantage Press, Inc.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics.
- Frey KS, Potter GD, Odom TW, Senor DM, Regan VD, Weir VH, Esland J, Webb SP, Morris EL, Smit WB, Weigand KE 1992 Plasma silicon and radio graphic bone density in weanling quarter horses fed sodium zeolite. A Equine Vet Sci 12:292-295.
- Ikeyama H, Morton RJ eds 1995 Chitin-healing power from Sea. Los Angeles CA Will production.
- Miles RD, Layrent SM, Harms RH 1986 Influence of sodium zeolite A on laying hen performance. Poultry Sci 65:185.
- NRC 1994 Nutrient requirements of poultry. National Academy Press. Washington DC.
- Roland DA, Sr Lurnet SM, Orloft HD 1985 Shell quality as influenced by zeolite with high ion-exchange capability. Poultry Sci 64:1177-1187.
- SAS 1996 SAS user's guide Release 6.12 ed. SAS Institute Inc Cary NC.
- 고재우 우간바야르 오동환 배인휴 조성균 공일근 양철주 2005 장석의 첨가가 산란계의 생산성 및 난 성분 에 미치는 영향. 한국가금학회지 32:219-224.
- 노선호 2001 양계영양학. 신평출판사 p 421.
- 민병준 권오석 조진호 진영걸 김해진 유종상 김진동 김인호 서정근 2006 사료내 액상 천연미네랄의 첨가가 육계의

- 성장 및 혈액 특성에 미치는 영향. 한국국제농업개발학회지 18(1):29-33.
- 산업기술정보원 1999 키토산의 연구동향과 전망. 승림문화 40-93.
- 성형철 석윤오 한상문 유국현 성용길 2002 산란율과 난황콜레스테롤 수준에 미치는 키토산 혼합 급여의 효과. 한국키토산학회지 7:29-32.
- 윤병선 강보석 김상호 최철환 나재천 서옥석 2000 비타민과 미네랄 첨가가 육용종 암탉의 생산능력에 미치는 영향. 한국가금학회지 27(3):181-187.
- 이원백 김인호 홍종욱 권오석 이상환 민병준 정연권 2003 산란계 사료에 게르마늄 흑운모의 첨가가 난각특성 및 분내 유해가스 함량에 미치는 영향. 한국가금학회지 32(1):61-66.
- 정병윤 백인기 이동명 서상봉 2004 키토산제제 첨가가 육용종계, 육계, 돼지 및 젓소의 생산성에 미치는 영향. 한국키토산학회지 9(4):168-174.
- 한인규 1996 동물영양학. 신광종합출판 p 221.
- 홍종욱 김인호 문태현 권오석 이상환 2001 산란계에 있어 Fermkito 50의 첨가가 혈청 및 난황 내 콜레스테롤 함량과 계란 품질에 미치는 영향. 한국가금학회지 28(1):7-13.