

동일 축사내에서 Aluminum Sulfate 처리와 단백질 수준에 따른 육계의 생산성과 암모니아 가스 발생 및 깔짚내 수용성 P의 함량에 미치는 영향

최인학·남기홍[†]

대구대학교 자연과학대학 가축사료영양학 연구실

Effect of Dietary Protein Levels and Addition of Aluminum Sulfate to Litter on Broiler Performance, Ammonia Production and Soluble Phosphorus Content of Litter

I. H. Choi and K. H. Nahm[†]

Feed and Nutrition Laboratory, College of Natural Resources, Taegu University, Gyong San, 712-714, South Korea

ABSTRACT : In this study, broilers were raised up to 6 weeks of age in a single room to determine if different levels of dietary protein or addition of aluminum sulfate[alum, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$] to the litter affected growth performance, production of ammonia(NH_3) and soluble phosphorus(SP) content of the litter. The experimental treatments consisted of six treatments in a 2×3 factorial arrangements: $T_1 = 23\%$ protein + 0.2% alum to litter; $T_2 = 21\%$ protein + 0.2% alum to litter; $T_3 = 19\%$ protein + 0.2% alum to litter; $T_4 = 23\%$ protein + no alum; $T_5 = 21\%$ protein + no alum; $T_6 = 19\%$ protein + no alum. For broiler performance, there was no effect of alum addition to the litter, but the dietary protein levels significantly affected feed intake from days 22 to 42($P < 0.05$) and day 0 to 42($P < 0.05$), weight gain during all periods($P < 0.05$ or 0.01), and feed:gain from day 0 to 21($P < 0.05$) and day 0 to 42($P < 0.05$). Alum addition to the litter did not affect body weight at 21 and 42 days, but dietary protein levels has a significant effect on it at both 21($P < 0.01$) and 42 days($P < 0.05$). Alum addition only affected ammonia production at weeks 3($P < 0.05$), but different protein levels affected ammonia production from week 2 to week 6($P < 0.05$ and 0.01). The interaction between alum and protein showed a significant effect($P < 0.05$) at week 6. Total phosphorus content of litter was significantly affected by both addition of alum to the litter and dietary protein levels as well as their interaction($P < 0.01$), but soluble phosphorus content of the litter was only affected by alum addition($P < 0.05$).

If we summarize this research again, when broilers are raised in the same room with 3 different protein levels and alum addition on the litter, different protein levels affect broiler performance and ammonia content in the cage, but alum addition did not show any significant effect except soluble phosphorus in the litter.

(Key words: alum, growth performance, protein, ammonia, soluble phosphorus, factorial arrangement)

I. 서론

양계산업에서 환경문제는 심각한 실정이다. 특히 질소(N)와 인(P)은 수질오염의 원인이 되고 있으며(Schindler 등, 1977; Moore 등, 2001), 계사내의 공기중에 함유된 암모니아(NH_3)농도는 닭의 호흡기 질병 유발(Anderson 등, 1964; Quarles 와 Kling, 1974, Caveny 등, 1981) 닭을 사육하는 사람의 건강을 침해하는 주요 원인이 된다(Carlie, 1984). 최근에는 암모니아 냄새는 다른 냄새와 함께 근방의 거주민들의 불평의 대상이 되고 있다. 이러한 수질 오염이나 공기중의

암모니아 생성의 과다는 모두가 섭취한 사료에서 기인되고 있다.

분이나 깔짚 중에 함유되어 있는 N와 P의 양을 줄이기 위해 많은 연구가 진행되어오고 있다. 특히 aluminum sulfate (Moore, Jr., 1995), phosphoric acid(Malone, 1987), formaldehyde(Veloso 등, 1974) 그리고 ferrous sulfate(Huff 등, 1984)등과 같은 화학제 재를 깔짚에 첨가하여 분이나 깔짚중의 N와 P의 양을 줄여서 환경공해를 줄여보려는 시도가 현재 진행 중에 있다. 또 급여되는 사료중의 단백질 함량을 줄이고 합성 아미노산을 첨가하여서 분뇨 배설량을 낮추려는 연구도

[†] Corresponding author : nahmkh@biho.taegu.ac.kr

지속적으로 진행되어왔다(Ferguson 등, 1998a, b).

그러나, 단백질 수준에 따른 N의 배출량과 깔짚 내에 alum을 처리하여 N와 P의 배출량에 어떻게 서로 영향을 미치는지 또 어떤 것이 분과 깔짚 내의 N와 P의 배출량에 더 영향을 미치는지에 관한 연구는 아직도 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 육계 사료에 6주간 23, 21, 19% 수준의 단백질을 급여하고 alum을 0, 200g/kg 깔짚 수준으로 처리시에 육계의 생산성, ammonia 가스 생성량과 깔짚 중의 가용성 인의 함량을 비교하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험동물 및 첨가제의 처리 방법

본 실험은 암수 반반씩 육계(Arbor acres) 총 90수(단백질 3수준 · Aluminum sulfate(Alum) 2 수준 · 3 반복 · 5수)를 창문이 있는 반 개방식 계사에서 실시하였으며 시험축의 배치는 완전배치 방법에 의하였다. 사료와 물은 자유급식시켰으며 점등은 42일 동안 24시간 실시하였다. 실내온도는 성장에 따라 자동조절 되게 하였다. 본 실험에서 이용된 6개의 처리(T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆구)중에 단백질 수준은 T₁와 T₄에서는 전 사양 기간 동안 같은 사료인 단백질 23%로 유지시켰으며 T₂와 T₅는 21%, T₃와 T₆는 19%를 유지시켰다(Table 1). 깔짚(왕겨)의 깊이는 10cm 정도로 되게 각 케이지 바닥에 깔았다(Johnston 등, 1981). alum처리하는 시험 시작 3일전에 T₁, T₂ 와 T₃구에서 깔짚(rice bran) 1kg에 대하여 200g씩(Moore, Jr., 1995; Moore 등, 1995) top dressing 하였다. Top dressing 한 후 손 갈퀴로 가볍게 왕겨 위를 전반적으로 갈퀴질해 주었다(Reece 등, 1979). T₄, T₅, T₆구에는 alum을 첨가하지 않은 채 같은 방법으로 깔짚만 케이지 바닥에 깔았다.

본 실험은 2001년 12월 27일부터 2002년 2월 6일까지 42일간 본 대학교 육추실에서 실시되었다.

2. 사료채취 및 생산성 조사

사료섭취량, 증체량, 사료요구율과 체중증가량은 전 사양 기간 동안 각 주별로 측정하였다. 사양시험이 끝나는 날(42일령 병아리) 병아리를 다른 빈 케이지로 옮긴 후 깔짚은 철저히 다시 섞은 후 각 케이지마다 100~150g 씩 깔짚을 채취하여 플라스틱 백에 넣은 후 공기를 차단하여 냉장고(4℃ 유지)에 보관하였다(Bitzer and Sims, 1988; Douglass and Magdoff, 1991). 암모니아 가스(NH₃)측정은 가스 포집기(Gastec, Corporation 6431 Fukaya, Ayase, Japan)를 이용하였

Table 1. Composition and calculated nutrient content of experimental diets

Ingredients	Diet 1	Diet 2	Diet 3
	(23.0% Protein)	(21.0% Protein)	(19.0% Protein)
	----- (%) -----		
Y.Corn	56.700	46.000	52.500
Wheat(HARD)		13.600	14.500
Soybean Meal	28.950	25.600	17.400
Rapeseed meal		2.300	3.200
Corn gluten meal	2.800	2.500	3.100
Fish meal	5.300	3.600	3.000
Meat and bone meal	1.000	0.800	1.500
Limestone	0.950	1.150	0.775
Cal-phos(DCP)	0.700	0.700	0.500
Salt	0.200	0.250	0.250
Zeolite		0.750	
Fat and oil	2.000	1.700	2.400
Vitamin-mineral premix ¹	1.400	1.050	0.875
Total	100.000	100.000	100.000
Calculated analysis			
Energy, Kcal ME/ kg	3,039.356	2,962.367	3,112.845
Protein(%)	22.567	21.456	19.008
Total-Nitrogen ² (%)	3.820	3.670	3.280
Lysine(%)	1.344	1.337	0.960
Methionine(%)	0.520	0.497	0.401
Methionine+ Cystine(%)	0.913	0.853	0.725
Total-Phosphorus(%)	0.655	0.605	0.580
Available-Phosphorus(%)	0.414	0.381	0.365

¹ The vitamin and mineral premix provide the following quantities per kilogram of diet : vitamin A, 10,000 IU (all-trans-retinaol); cholecalciferol, 2,500 IU; vitamin E, 10 IU; menadione, 2 mg; riboflavin, 5 mg; niacine, 35 mg; D-calcium pantothenic acid, 10 mg; choline chloride, 250 mg; vitamin B₁₂, 12 mg; folic acid, 0.75 mg; biotin, 22 mg; pyridoxine, 18 mg; thiamine, 15 mg; manganese, 70 mg; zinc, 50 mg; iron, 30 mg; copper, 10 mg; iodine, 1.5 mg; cobalt, 0.15 mg; selenium, 0.10 mg; mold inhibitor, 7 mg; antioxidant, 10 mg.

² Values for total-nitrogen are the analytical values.

으며 측정방법은 왕겨로부터 위로 1~2cm 정도 떨어진 곳에서 가스를 흡입하여 1분 동안 머문 후에 검지관을 읽어서 측정하였다. 암모니아 가스 함량은 각 주마다 측정하였다(Johnston 등, 1981).

3. 화학분석

Total-N(TP)함량은 Nahm(1992) 방법에 의하여 분석하였으

며 Soluble-P(SP)은 분광 광도계를 이용하여 분석하였다 (American Public Health Association, 1989).

1. 통계처리

F-test는 factorial design(3개의 단백질 수준 × 2개의 alum 처리 유무 × 3반복)에 의하여 이루어졌으며 T₁, T₂, T₃, T₄, T₅와 T₆ 및 각 요인들 간에는 Tukey's test방법에 의하였다 (Zar, 1984).

III. 결 과

육계에 대한 사료섭취량과 증체량, 사료효율은 Table 2에 나타냈으며 성장률의 비교는 Table 3에 나타나 있다. 사료섭취량은 단백질 수준을 달리해서 사육한 육계에서 22~42일령과 0~42일령에서 차이를 보였으며 증체량은 0~21일령,

22~42일령 그리고 0~42일령에서 차이를 보였다. 사료효율은 0~21일령에서 그리고 0~42일령에서 차이를 보였다. 성장율은 단백질 수준을 다르게 했을 때만 21일령과 42일령에서 차이를 보였다. 각 성장 주령에 따른 깔짚에서의 암모니아 발생량은 Table 4와 같다. alum 처리 시 3주령에서 암모니아 가스 발생에 영향을 미쳤다. 단백질 수준을 달리한 경우에는 2주령, 3주령, 4주령, 5주령, 6주령에서 차이를 보였다. 2주령을 제외하고는 고도의 유의성이 인정되었다. Table 5에서는 보면 총 인의 경우 alum과 단백질 그리고 그 상관관계에서 모두 유의성이 인정되었다. 그러나 soluble P의 경우 alum을 처리했을 때만 유의성이 인정되었다.

IV. 고 찰

급여되는 사료 중의 단백질 수준을 달리 한 채 alum을 처

Table 2. Effect of dietary crude protein with alum and no alum on 0 to 21d, 22 to 42d, and 0 to 42d average feed intake, weight gain, and feed : gain

Treatments	Feed Intake			Weight Gain			Feed : gain			
	Days 0 to 21	Days 22 to 42	Days 0 to 42	Days 0 to 21	Days 22 to 42	Days 0 to 42	Days 0 to 21	Days 22 to 42	Days 0 to 42	
	----- (g) -----						----- (g : g) -----			
Main effect										
Alum	854±22.7	2,469±55.7	3,323± 75.1	524±19.5	1,336± 53.61	1,860± 73.11	1.64±0.04	1.85±0.07	1.79±0.06	
No Alum	864±18.9	2,461±113.1	3,326±128.7	538±21.1	1,357± 86.73	1,895±107.83	1.62±0.06	1.81±0.08	1.76±0.07	
Protein 23%	877±19.4	2,463±75.7	3,340± 85.1	589±17.8	1,384± 66.02	1,973± 83.8	1.49±0.05	1.78±0.13	1.70±0.06	
Protein 21%	892±14.3	2,587±58.8	3,479± 73.05	541±24.9	1,405± 44.4	1,946± 69.4	1.65±0.13	1.84±0.07	1.79±1.07	
Protein 19%	809±28.9	2,345±118.7	3,154±147.6	464±18.2	1,251±100.1	1,715±118.2	1.74±0.05	1.88±0.15	1.84±0.07	
Interaction										
T1 ¹	891	2,468	3,359	585	1,358	1,943	1.52	1.82	1.73	
T2 ²	890	2,527	3,417	537	1,373	1,910	1.66	1.84	1.79	
T3 ³	781	2,411	3,192	450	1,277	1,727	1.74	1.89	1.85	
T4 ⁴	863	2,458	3,321	592	1,410	2,002	1.46	1.74	1.66	
T5 ⁵	893	2,647	3,540	544	1,437	1,981	1.64	1.84	1.79	
T6 ⁶	837	2,279	3,116	478	1,224	1,702	1.75	1.86	1.83	
Alum	NS ⁷	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Protein	NS	*	*	**	*	*	*	NS	*	
Alu * Protein	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

¹ T1 : Protein 23% + Alum addition, ² T2 : Protein 21% + Alum addition, ³ T3 : Protein 19% + Alum addition,

⁴ T4 : Protein 23% + No alum addition, ⁵ T5 : Protein 21% + No alum addition, ⁶ T6 : Protein 19% + No alum addition.

⁷ NS : Not significant.

*P< 0.05, **P< 0.01.

Table 3. Effects of dietary crude protein with alum and no alum on average body weight at 21 and 42day age

Treatments	Body weight	
	Days 21d	Days 42d
	(g)	
Main effect		
Alum	569±14.1	1,906±44.7
No Alum	583±16.0	1,932±92.8
Protein 23%	633±17.1	1,881±39.9
Protein 21%	585±17.2	1,991±62.4
Protein 19%	509±10.9	1,752±83.9
Interaction		
T1 ¹	629	1,996
T2 ²	583	1,957
T3 ³	496	1,766
T4 ⁴	638	2,033
T5 ⁵	587	2,026
T6 ⁶	523	1,738
Alum	NS ⁷	NS
Protein	**	*
Alum*Protein	NS	NS

¹ T1: Protein 23% + Alum addition, ² T2: Protein 21% + Alum addition, ³ T3: Protein 19% + Alum addition, ⁴ T4: Protein 23% + No alum addition, ⁵ T5: Protein 21% + No alum addition, ⁶ T6: Protein 19% + No alum addition.

⁷ NS: Not significant. *P<0.05, **P<0.01

Table 5. Mean(+ SEM) values of total phosphorus contents and available phosphorus contents in broiler litter at 42days

Treatments	Total-phosphorus (g / kg)	Available-phosphorus (mg P/L)
Main effect		
Alum	23.00±0.01	1.35±0.12
No Alum	31.00±0.01	1.61±0.12
Protein 23%	32.00±0.01	1.39±0.24
Protein 21%	29.00±0.01	1.40±0.12
Protein 19%	21.00±0.02	1.64±0.07
Interaction		
T1 ¹	31.00±0.01	1.30±0.15
T2 ²	23.00±0.01	1.27±0.07
T3 ³	16.00±0.02	1.48±0.13
T4 ⁴	33.00±0.01	1.49±0.18
T5 ⁵	34.00±0.01	1.52±0.16
T6 ⁶	26.00±0.01	1.81±0.01
Alum	**	*
Protein	**	NS ⁷
Alum*Protein	**	NS

¹ T1: Protein 23% + Alum addition, ² T2: Protein 21% + Alum addition, ³ T3: Protein 19% + Alum addition, ⁴ T4: Protein 23% + No alum addition, ⁵ T5: Protein 21% + No alum addition, ⁶ T6: Protein 19% + No alum addition.

⁷ NS: Not significant.

*P<0.05, **P<0.01

Table 4. Mean(± SEM) values of ammonia gas concentration from broiler litter

Treatments	Ammonia gas concentration at wk of broiler age					
	1	2	3	4	5	6
	(ppm)					
Main effect						
Alum	1.00±0.00	1.27±0.12	2.39±0.32	10.11±2.44	27.67± 3.24	35.11±2.92
No Alum	1.00±0.00	1.29±0.10	7.72±1.89	14.89±4.08	40.00± 8.41	46.22±3.29
Protein 23%	1.00±0.00	1.42±0.19	4.35±0.93	14.17±5.20	39.33± 3.41	42.33±2.80
Protein 21%	1.00±0.00	1.30±0.06	7.84±2.09	13.92±3.52	30.34± 4.30	40.84±3.26
Protein 19%	1.00±0.00	1.12±0.08	2.99±0.31	9.41±1.06	31.84± 9.76	38.84±3.25
Interaction						
T1 ¹	1.00±0.00	1.47±0.26	2.53±0.26	10.33±2.40	35.33± 2.40	40.67±2.96
T2 ²	1.00±0.00	1.27±0.03	2.67±0.67	11.17±2.80	23.67± 2.73	30.67±3.48
T3 ³	1.00±0.00	1.07±0.07	1.97±0.03	8.83±2.13	24.00± 4.58	34.00±2.31
T4 ⁴	1.00±0.00	1.37±0.12	6.17±1.59	18.00±8.00	43.33± 4.41	44.00±2.64
T5 ⁵	1.00±0.00	1.33±0.09	13.00±3.51	16.67±4.25	37.00± 5.86	51.00±3.05
T6 ⁶	1.00±0.00	1.17±0.09	4.00±0.58	10.00±0.00	39.67±14.95	43.67±4.18
Alum	NS ⁷	NS	*	NS	NS	NS
Protein	NS	**	**	**	**	**
Alum*Protein	NS	NS	NS	NS	NS	*

¹ T1: Protein 23% + Alum addition, ² T2: Protein 21% + Alum addition, ³ T3: Protein 19% + Alum addition,

⁴ T4: Protein 23% + No alum addition, ⁵ T5: Protein 21% + No alum addition, ⁶ T6: Protein 19% + No alum addition.

⁷ NS: Not significant. *P < 0.05, **P < 0.01.

리하면 같은 방에서 사육된 육계에서는 단백질 수준은 성장에 크게 영향을 미치지 않지만(Ferguson 등, 1998b), 본 연구 결과에 따르면 alum은 영향을 전혀 미치지 못한다. 사료의 형태를 달리 하거나(Morris 등, 1987; Gous, 1998), 단백질 수준이 낮은 사료에 아미노산을 공급해 주면(Ferguson 등, 1998a) 단백질이 높은 사료의 경우와 같이 육계의 생산성에 기여된다고 했다. 그러나 단백질 수준이 너무 낮으면 아미노산을 공급해 주어도 육계의 생산성에 지장을 가져온다 (Morris 등, 1987; Ferguson 등, 1998a, b). 따라서 본 연구에서 이용된 23% 단백질 구의 육계 생산성은 아미노산 등 아무 것도 첨가하지 않은 채 단백질 수준만을 19% 유지한 구에서 낮게 나타났으며, 21% 구도 23% 구보다는 대부분의 주령에서 육계 생산성이 낮게 나타났다. Alum을 깔짚에 첨가해 주면 깔짚에서 생성되는 암모니아 생성을 95% 이상 낮추어 준다고 했다(Moore, Jr. 등, 1995). 그러나 alum을 깔짚에 첨가해 준 구와 첨가하지 않은 구를 같이 방에서 같이 사육하면 본 연구 결과에서는 암모니아 생성량(농도)은 alum을 처리하지 않은 경우와 같은 것으로 나타나 있다. 분과 깔짚의 유기물 함량은 여러 가지 요인에 의하여 영향을 받는다(Perkin 등, 1964). Alum을 깔짚에 첨가하지 않은 구에서 생성되는 암모니아 생성량은 alum을 깔짚에 첨가해 준 구에서 생성되는 암모니아 농도를 상쇄하는 효과를 갖는 듯하다.

Table 5에서와 같이 깔짚에 함유된 총 인의 함량은 alum 처리 여부, 사료중의 단백질 함량 정도 그리고 그 상관관계 모두가 통계적인 영향을 미쳤다(Moore, Jr. 등, 1995). 그러나 진짜 수질 오염에 영향을 미치는 Soluble P의 경우 alum을 처리한 구에서만 다른 구보다 통계적으로 낮게 나타나 있다. 이러한 결과는 Schreve 등(1996)과 Moore, Jr. 등 (1995)의 결과와 같다. 깔짚 1kg에 200g의 alum을 첨가하여 사육 시 pH는 가장 낮았지만(7.07), 총 질소 함량은 가장 높은 숫치(41.5g)였다. 그러나 Soluble P의 함량은 가장 낮은 숫치(111mg)로 대조구에 비교하여 95%의 감소율을 보이고 있다 (Schreve 등, 1996). Moore, Jr. 등(1995)도 200g의 alum을 깔짚에 첨가하여 사육 시 실내의 NH₃ 함량은 가장 낮게 나타났다. Ferguson 등(1998b)은 육계 급여 사료 중 단백질 함량이 높을 때 깔짚 중의 총 질소함량과 실내의 NH₃ 함량이 높아진다고 하였다. 본 연구의 결과에 따르면 급여되는 사료 중의 단백질 함량이 높아도 Soluble P의 함량에는 변화가 없다. 앞으로 이에 대한 연구는 더 이루어져야 할 것으로 생각한다.

육계를 사육 시 깔짚에 처리하는 alum은 그 유무에 관계 없이 같은 방에서 사육 시 alum의 효과는 나타나지 않았다.

그러나 급여되는 사료 중의 단백질 수준을 달리했을 때 육계 생산성은 물론 NH₃ 발생에 큰 영향을 미쳤다. 또 alum을 깔짚 내에 처리하여 사육 시 soluble P의 함량에도 영향을 미친다.

V. 적 요

본 연구는 육계를 6주간 사육시에 사료중의 단백질 수준과 깔짚 내에 처리한 alum[aluminium sulfate, Al₂(SO₄)₃ · 14H₂O]이 육계의 생산성, 암모니아 발생, 깔짚 내의 수용성 인(P)의 함량에 어떻게 관여하는지 연구하였다. 6개의 처리구는 2×3 요인 실험을 이용하였을 때 그 내용은 다음과 같다: T₁ = 23% protein + 0.2% alum to litter; T₂ = 21% protein + 0.2% alum to litter; T₃ = 19% protein + 0.2% alum to litter; T₄ = 23% protein + no alum; T₅ = 21% protein + no alum; T₆ = 19% protein + no alum. 깔짚 내에 alum의 처리로 생산성에 미치는 영향은 없었지만, 서로 수준이 다른 단백질 사료를 섭취한 처리구간에서 사료섭취량은 22에서 42일령 (P<0.05)과 0에서 42일령 (P<0.05)때 차이를 보였다. 체중증가는 0~21일령(P<0.01), 22~42일령(P< 0.05) 그리고 0~42일령(P< 0.05)에서 전부 차이를 보였으며, 사료효율(사료/증체)은 0~21일령 (P< 0.05)과 0~42일령(P< 0.05)에서 차이를 보였다. 그러나 alum과 단백질간에 연관 관계는 차이가 없었다. 체중은 21일령과 42일령에서 급여되는 사료중 단백질 수준에 따라 크게 차이를 보였다. 케이지 내의 암모니아 발생량은 깔짚에 alum을 처리했을 때는 3주령에 차이를 보였다 (P<0.05). 그러나 급여되는 사료 중에 단백질 함량 수준을 달리했을 때는 첫 주를 제외하고는 2, 3, 4, 5, 6주에서 모두 차이를 보였다(P< 0.05 또는 0.01). Alum과 단백질의 연관 관계는 6주령에 차이를 보였다(P< 0.05). 6주령에 깔짚에 분비되는 인의 양을 보면 총 인(TP)의 함량은 alum, protein, alum × protein 모두에서 차이를 보였다(P< 0.01). 그러나 수용성 P의 배출량에서는 alum이 처리구에서만 차이를 보였다(P<0.05).

이상의 연구 결과를 다시 요약해 보면 깔짚에 alum을 첨가한 구와 3가지 수준이 다른 단백질 사료를 육계에게 급여했을 때 단백질 수준에 따른 육계 생산성과 케이지 내에서 발생하는 암모니아 생성량에 영향을 미쳤다. 그러나 깔짚 내의 수용성 인의 양은 alum을 처리했을 때만 그 영향이 나타났다.

VI. 인용문헌

- American Public Health Association 1989 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed. L. S. Clesceri, A. E. Greenberg, R. R. Trussell, ed American Public Health Association, Washington, DC.
- Anderson DP, Beard CW, Hanson RP 1964 The adverse effects of ammonia on chickens including resistance to infection with Newcastle Disease virus. *Avian Dis.* 8:369-379.
- Bitzer CC, Sims JT 1988 Estimating the available of nitrogen in poultry manure through laboratory and field studies. *J Environ Qual* 17:47-54.
- Carlie FS 1984 Ammonia in poultry houses: A literature review. *World's Poult Sci J.*40:99-113.
- Caveny DD, Quarles CL, Greathouse GA 1981 Atmosphere ammonia and broiler cockerel performance. *Poult Sci* 60:513-516.
- Douglas BF, Magdoff FR 1991 An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. *J Environ Qual* 20:368-372.
- Ferguson NS, Gates RS, Taraba JL., Cantor AH, Pescatore AJ, Straw ML, Ford, MJ, Burnham DJ 1998a The effect of Dietary Protein and Phosphorus on Ammonia Concentration and Litter Composition in Broilers. *Poultry Sci* 77:1085-1093.
- Ferguson NS, Gates RS, Taraba JL, Cantor AH, Pescatore AJ, Ford MJ, Burnham DJ 1998b The effect of Dietary Crude Protein on Growth, Ammonia Concentration, and Litter Composition in Broiler. *Poultry Sci* 77:1481-1487.
- Gous RM 1998 Making progress in the nutrition of broiler. *Poultry Sci* 77:111-117.
- Huff WE, Malone GW, Chaloupka GW 1984 Effects of Litter Treatment on Broiler Performance and Certain Litter Quality Parameters. *Poultry Sci* 63:2167-2171.
- Johnston NL Quarles CL, Faberberg DJ, Caveny DD 1981 Evaluation of yucca saponin on broiler performance and ammonia suppression. *Poultry Sci* 60:2289-2292.
- Malone GW 1987 Chemical litter treatments to control ammonia. Proceeding of the 22nd Meeting on Poultry Health and Condemns, Ocean City, MD.
- Morris TR, AL-azzawi K, Gous RM, Simpson GL 1987 Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. *Br Poult Sci* 28:185-195.
- Moore Jr PA 1995 Reducing ammonia volatilization from poultry litter with aluminum sulfate. In: Proceeding of the Meeting Arkansas Nutrition Conference, Clarion Inn, Fayetteville, Ar, USA pp:104-119.
- Moore, Jr PA, Daniel TC, Edwards DR, Miller DM 1995 Effects of chemical amendments on reduce ammonia volatilization from poultry litter. *J Environ Qual* 24:293- 300.
- Moore Jr PA, Daniel TC, Edwards DR 2001 Environmental and production benefits of treating poultry litter with alum. In: Addressing Animal Production and Environmental Issues, University of North Carolina, NC, USA pp:468-472.
- Nahm KH 1992 Practical Guide to Feed, Forage and Water Analysis(English Edition). Yoo Han Pub. Co.; Seoul, South Korea.
- Perkin HF, Parker MB, Walker ML 1964 Chicken manure-its production, composition, and use as a fertilizer. *Bull. NS* 123, Georgia Agriculture Experiment Station, Athens, GA.
- Quarles CL, King MF 1974 Evaluation of ammonia and infectious bronchitis vaccination stress on broiler performance and carcass quality. *Poult Sci.* 53:1592-1596.
- Reece FN, Bates BJ, Lott BD 1979 Ammonia control in broiler houses. *Poultry Sci* 58:754-755.
- Schindler DW 1977 The evolution of phosphorus Limitation in lakes. *Science* (Washington, DC) 195:260-262.
- Shreve BR, Moore Jr PA, Miller DM Daniel TC, Edwards DR 1996 Long-Term Phosphorus Solubility in Soils Receiving Poultry Litter Treat with Aluminum, Calcium, and Iron amendments. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 27(11&12), 2493-2510.
- Veloso JR, Hamilton PB, Parkhurst CR 1974 The use of formaldehyde flakes as an antimicrobial agent in built-up poultry litter. *Poultry Sci* 53:78-83.
- Zar JH 1984 Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.