

## 평의 生産性 向上을 위한 人工點燈과 飼料改善

### Ⅲ. Zinc 및 Manganese의 補充給與가 정강이, 羽毛 및 成長에 미치는 效果

김규일 · 양영훈

제주대학교 농과대학 축산학과

## Artificial Light-Cycle Control and Improved Feed Formulation for Pheasant Production

### Ⅲ. Effect of Zn and Mn supplementation on growth, feathering and shank length of pheasant chicks

K. I. Kim and Y. H. Yang

Dept. of Animal Science, Cheju National University

#### Summary

The objective of this study was to improve pheasant starter diet by supplementing with zinc and manganese. A commercial starter diet, which contained  $40.5 \pm 0.3$  mg Zn, and  $60.7 \pm 0.9$  mg Mn/kg, was used as a basal diet. Zinc carbonate and manganese chloride were added to the basal diet: 1) No supplement (control), 2) 100 mg Zn/kg diet (Zn group), 3) 100 mg Mn/kg diet (Mn group) and 4) 100 mg Zn + 100 mg Mn/kg diet (Zn+Mn group). A total of 420(4 treatments  $\times$  3 replications  $\times$  35 birds) 3-day-old chicks was fed the experimental diets until 4 weeks of age. No sign of perosis(Mn deficiency) was found in any diet groups. Shank length at 4 weeks of age was significantly( $p < 0.05$ ) different between Mn(46.8 mm) and Zn(44.3 mm) groups, and between Mn(46.8 mm) and Zn+Mn (44.4 mm) groups, but was not different between Mn and control(45.2 mm) groups. Mean feather length of Mn(7.6 cm) group was highest among the four groups. Significant( $p < 0.05$ ) differences in feather length were found between Mn(7.6 cm) and Zn(7.2 cm) groups, and between the control(7.6 cm) and Zn groups. Percentage of feather fraying, which is the main syndrome of zinc deficiency, was in the range of 1.8(Zn group)~4.3%(control), but the difference was not significant( $p > 0.05$ ). Average daily gain of the control, Zn, Mn and Zn+Mn groups was 2.5, 2.4, 2.8 and 2.5 g, respectively, and the difference was significant( $p < 0.05$ ) between Mn and Zn groups. Feed/gain ratio of the control, Zn, Mn and Zn+Mn group was 3.8, 3.9, 4.2 and 4.3, respectively( $p > 0.05$ ). Results indicate that zinc and manganese contents(Zn,  $40.5 \pm 0.3$   $\mu$ g; Mn,  $60.7 \pm 0.9$   $\mu$ g/g diet) in the commercial chick diet are sufficient to meet the Zn and Mn requirements for growth and normal feathering for pheasant chicks. Mn supplementation seemed favorable for daily gain, feed efficiency, feather length and shank length as compared to the control. (Key words: Zn supplementation, Mn supplementation, pheasant, growth, feather, shank)

#### I. 緒 論

濟州道內的 평사육농가들은 평사료를 별도로 공급 받지 못하고 養鷄飼料에 의존하는 실정이다. 外界環境에 완전히 노출된 운동장에서 사육되는 평을 鷄舍에서 사육되는 닭과 동등시 하여 닭사료를 평에게 급여한다면 成長, 飼料效率, 健康 등에 영향을 미칠 가능성이 있다. 수십년동안 산란 혹은 증체를 위해서 選拔育種되어온 닭과 비교할 때 增體效率이 저조한

평에게 닭사료를 급여할 때 각종 영양소 요구량에 대해 그 타당성을 진단해 볼 필요성이 있다고 하겠다. 현재 제주도내 대부분의 평사육농가들은 육추 및 육성기에 각약증, 강한 비바람으로 인한 폐염, 빈약한 깃털의 성장 등의 問題點들을 제시하고 있다.

평의 육추기에 외계로부터 제일의 보호수단인 깃털의 成長發育과 脚弱症 등에 중요한 역할을 한다고 알려진 Zn과 Mn에 대한 補充 給與試驗에 관한

"이 논문은 1991년도 교육부지원 한국한술진흥재단의 자유공모(지방대학육성)과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음."

Corresponding author: Y. H. Yang, Dept. of Anim. Sci., Cheju National University.

본 논문은 한국축산학회지 Vol. 35(5)에 게재된 것이다.

연구는 찾아 볼 수 없었고, 외국의 경우 몇몇 연구가 보고된 바 있다(Scott 등, 1959; Cook 등, 1984<sup>a</sup>, 1984<sup>b</sup>; Cook, 1985). 일반적으로 Mn과 Zn는 닭병아리의 다리골격 및 깃털발육에 영향을 미치며 병아리의 정상적인 體成長에도 필요한 것으로 보고되었으며 (North, 1984; Scott, 1982), 닭에 있어서 Zn는 2,000 ppm까지, Mn는 1,000 ppm까지는 毒性 보고된 바 없었다(Southern 등, 1983; Mertz, 1986; Henry 등, 1989; Stahl 등, 1990). 핥에 있어서 Cook 등 (1984<sup>a</sup>, 1984<sup>b</sup>)과 Cook(1985)는 시판 배합사료에 의한 사육시 종종 나타나는 불량한 깃털과 骨格發育을 改善하기 위하여 Zn(60~120 ppm)를 보충급여하여 효과가 있었다고 하였다. 그들은 또한 우모발육불량 개체를 줄이기 위한 방법중에 Starter diet에 Zn를 적어도 55 ppm이상, 그리고 種鷄飼料에 Zinc 20 ppm이상 보충할 것을 제의한 바도 있다. Leeson 등(1991)은 핥의 starter diet에 Zn과 Mn이 각각 60 및 70 mg/kg이 요구된다고 하였다.

따라서 본 연구는 핥사료의 개선을 위한 연구의 하나로 제주지역 핥사육농가에 실제문제로 대두되어 온 깃털발육불량, 강한 비바람에 의한 폐염발생, 脚弱 症발생 등의 문제점들을 검토하고자 이들 문제에 가장 큰 영향을 미친다고 알려진 Zn과 Mn과 대한 補充給與試驗을 하였다.

## II. 材料 및 方法

공시수수는 6월 29일 孵化된 集團에서 180首와, 7월 13일에 부화된 집단에서 240首를 합한 총 420首이었고 각각 1차 및 2차시험으로 나누어 부화후부터 4주간 사양되었다. 1차 및 2차 모두 각각 다음과 같이 對照區를 포함 4처리 3반복으로 1차시험에서는 시험구당 15수씩, 2차시험에서는 시험구당 20수씩 12개의 시험구에 배치하였다. 對照區는 현재 사용중인 부로일러 육성추 사료, Zn 보충구는 부로일러 육성추 사료 + Zn 100 ppm, Mn 보충구는 부로일러 육성추 사료 + Mn 100 ppm, Zn+Mn 보충구는 부로일러 육성추 사료 + Zn 100 ppm + Mn 100 ppm 이었다.

보충되는 Zn과 Mn의 형태는 zinc carbonate과 manganese chloride 이었고, 대조구 사료의 조성분 및 Zn, Mn 함량은 Table 1에 나타나 있다.

Table 1. Chemical composition of the basal diet (control)<sup>1</sup>

Nutrient	%
Crude Protein	18.3
Fat	3.16
Crude fiber	3.35
Ash	5.2
Calcium	0.9
Phosphate	0.71
Zinc(ppm) <sup>2</sup>	40.5±0.28
Manganese(ppm) <sup>2</sup>	60.7±0.94

<sup>1</sup> Ingredients were not clearly defined.

<sup>2</sup> Mean±SD of 3 samples.

조사항목은 체중, 증체율, 사료전환율, 정강이 길이, 깃털의 길이 및 feather fraying(Cook 등, 1984)을 조사하였으며, 핥병아리의 깃털의 길이는 핥병아리의 날개의 깃털의 나열상에서 가장 가운데 위치한 중심깃털 (軸羽, X, or Axial feather, Nesheim, 1979, 내측 중앙에 위치함)에서 1차깃털(primary feather)의 외각으로 제1번, 제4번, 제7번의 깃털의 길이를 측정하여 평균한 것이다.

통계적 유의성 검정은 다음과 같은 선형모형(linear model)을 설정하고 분산분석을 한후 Duncan's Multiple Range test를 행하였다

$$X_{ijk} = \mu + Ha_i + TR_j + e_{ijk} \quad (i=1, 2; j=1, 2, 3, 4; k=1, 2, 3),$$
 여기서  $X_{ijk}$ 는 측정치,  $\mu$ 는 공통평균,  $Ha_i$ 는 부화차수,  $TR_j$ 는 처리,  $e_{ijk}$ 는 오차항으로 NID (0,  $\sigma^2$ )로 가정하였다. 비정상적인 깃털발육 상태를 나타내는 feather fraying은 발생개체수수를 백분율(%)로 나타내었는데, 통계적 분석에서 arcsine transformation 을 한 후 유의성 검정을 하였다(Snedecor, 1980).

## III. 結果 및 考察

처리구별 체중, 정강이 길이, 깃털의 길이 및 깃털의 발육상태에 대한 4주간 성적이 Table 2에 제시되었다. 핥병아리의 시험개시시 체중은 평균 17.7 g이었으나 만 2주령에서는 對照區가 45.1±10.5 g으로 가장 무거웠으며 Zn 보충구가 39.4±5.6 g으로 가장 가벼웠고 이들간에는 유의차가 인정되었다( $p < 0.05$ ). 滿 4주령 試驗 終了體重은 Mn 보충구가 96.7±8.0g으로

가장 무거웠으며, Zn 보충구가 85.5±7.1 g으로 만 2주체중에 이어 만 4주령 체중에서도 가장 가벼웠다. 4주령에서 Mn 보충구는 대조구보다 7.6 g, Zn 보충구보다는 11.2g, 그리고 Zn+Mn 보충구보다는 9.2g이나 더 무거웠으며 Zn보충구와 Mn 보충구 간에는 통계적인 유의차가 있었다(p<0.05). Scott 등(1959)은 Zn이 결핍된 diet를 공급하더라도 깃털발육과 정강이 발육에는 영향을 주지만 체중에는 불리한 영향을 주지 않는 것으로 보고하였고, Cook 등(1984)도 깃털발육시험에서 이미 요구량을 충족시키는

시판사료에 Zn를 60 및 120 ppm을 추가로 보충하여 시험을 한 바 깃털과 정강이의 발육에 개선효과를 보았으나 체중에는 불리한 영향이 없는 것으로 보고 하였는데, 본 시험에서 Mn보충구가 체중이 가장 무거웠고 Zinc보충구가 체중이 가장 가벼웠는데(p<0.05), Zn 보충구에서 체중의 저하가 Fe와 Cu의 흡수 이용을 방해함으로 나타난 것인지(Mertz, 1986), 혹은 배합사료내 Ca와 P의 함량 및 비율에 의한 것인지(Scott, 1959; Wedekind and Baker, 1990)는 알 수 없었다.

Table 2. Effects of supplementing diets with Zn, Mn or both on growth, shank length, feather length and feather fraying in pheasant chicks<sup>1</sup>

Item	Effect	Diet				Hatching time	
		Control	Zn	Mn	Zn+Mn	June 29	July 13
<b>Body wt.(g)</b>							
Initial		17.9±0.6 <sup>2</sup>	17.6±1.0	18.0±1.0	17.3±1.2	17.0±0.7 <sup>a</sup>	18.4±0.5 <sup>b</sup>
2 week		45.1±10.5 <sup>a</sup>	39.4±5.6 <sup>b</sup>	42.7±6.9 <sup>ab</sup>	40.1±4.2 <sup>ab</sup>	47.3±5.9 <sup>a</sup>	36.3±2.0 <sup>b</sup>
4 week		89.1±8.6 <sup>ab</sup>	85.5±7.1 <sup>b</sup>	96.7±8.0 <sup>a</sup>	87.5±5.5 <sup>ab</sup>	90.9±7.9	88.5±8.6
<b>Shank length(mm)</b>							
Initial		26.5±0.6	26.5±0.6	26.6±0.9	26.4±0.7	25.9±0.3 <sup>a</sup>	27.1±0.3 <sup>b</sup>
2 week		33.7±2.2	32.6±0.9	33.8±1.4	32.9±0.8	34.2±1.4 <sup>a</sup>	32.3±0.6 <sup>b</sup>
4 week		45.2±2.3 <sup>ab</sup>	44.3±2.0 <sup>b</sup>	46.8±1.7 <sup>a</sup>	44.4±1.1 <sup>b</sup>	45.9±1.9 <sup>a</sup>	44.4±1.8 <sup>b</sup>
<b>Feather length(cm)</b>							
2 week		5.6±0.5	5.5±0.3	5.7±0.4	5.6±0.2	5.9±0.3 <sup>a</sup>	5.4±0.3 <sup>b</sup>
4 week		7.6±0.5 <sup>a</sup>	7.2±0.2 <sup>b</sup>	7.6±0.3 <sup>a</sup>	7.3±0.2 <sup>ab</sup>	7.6±0.3 <sup>a</sup>	7.3±0.3 <sup>b</sup>
<b>Fraying(%)<sup>3</sup></b>							
		4.3±3.3	1.8±2.8	2.4±3.8	2.3±3.7	2.5±3.7	2.9±3.7

<sup>1</sup> Mean±SD of six replications(three from 1st hatching time consisting of 15 birds each and three from 2nd hatching time consisting of 20 birds each).

<sup>2</sup> Means in the same row with different superscript are significantly different(p<0.05).

<sup>3</sup> Percentage of abnormally feathering birds at 4 weeks of age.

Zn과 Mn의 缺乏症인 脚弱症 및 다리기형인 개체는 대조구를 포함한 모든 시험구에서 출현되지 않았는데, 이는 핑병아리의 要求量(Zn, 40~62 mg; Mn, 50~95 mg)이 이미 병아리 배합사료(각각 40.5, 60.7 ppm)에 함유되어 있기 때문인 것으로 思料되었다(Scott 등, 1959, 1982; North, 1984). 핑병아리의 정강이 길이는 최초 입실시 평균 26.5 mm였으며, 만 2주령에서는 32.6~33.8 mm의 범위로 처리구들간의 유의차가 없었으나, 만 4주령에서는 체중에서와 유사한 경향으로 Mn 보충구가 46.8±1.7mm로 가장 컸으며, Mn 보충구는 Zn보충구 및 Zn+Mn 보충구와도 유의차가 있었다(p<0.05). 대조구는 45.2±2.3 mm로 Mn 보충구는 보다는 작았으며 Zn 및 Zn+

Mn 보충구 보다는 다소 크게 나타났으나 이들간에 통계적 유의차는 없었다(p>0.05).

전반적으로 翎毛 發育狀態는 실험 全期間에서 양호 하였으며, 만 2주령에서 깃털의 平均길이는 5.5±0.3~5.7±0.4 cm의 범위를 보였으나 처리구간 유의차는 없었다(p>0.05). 만 4주령에서는 체중에서와 유사한 경향으로 Mn 보충구가 7.6±0.3 cm로 가장 길었으며, Mn 보충구와 Zn 보충구간에 有意差를 보였다(p<0.05). 대조구는 7.6±0.5 cm로 Mn보충구보다는 작았으나, Zn 보충구 보다는 다소 길었고 Zn 보충구와 대조구의 평균간 유의차도 인정되었다(p<0.05). 그러나 Zn 추가급여로 기대되었던 우모발육정도의 차이는 나타나지 않았으며 오히려 Zn 추가보충구가

깃털의 길이는 체중 및 정강이 길이와 함께 다른 처리구에 비하여 작게 나타났다. Zinc 缺乏症의 대표적인 결핍(Zn deficiency syndrome)으로 나타나는 feather fraying(Cook 등, 1984)은 1.8(Zn 보충구)~4.3(대조구) %의 범위로 대조구가 다소 높은 경향을 보였으나 처리구들간의 有意差는 없었다( $p > 0.05$ ). 이는 핑병아리의 羽毛發育에 일차적으로 영향을 주는 Zn는 최저 要求量만 充足하면 정상적 우모발육의 효과가 나타나고 그 요구량 이상은 보충급여하여도 우모의 발육에 追加的인 陽性的反應(positive response)은 없는 것으로 思料되었다. 그러나 옥외사육시 불리한 환경을 보다 많이 받는 조건아래서는 어떤 결과가 나타날지 의문이다.

실험차순인 1차와 2차간에 4주령체중과 feather fraying을 제외한 대부분의 측정치들간에 유의차( $p < 0.05$ )를 보여주고 있는데, 이는 부화집단의 차이로 인한 실험재료의 특성차와 항온이 유지되지 못한 육추사를 이용함으로 인한 환경효과 때문인 것으로 사료된다.

日當增體量은 0~2주령에서 對照區가  $1.9 \pm 0.8$ g으로 가장 많았으나, 3~4주령에서의 대조구의 증체량은  $3.1 \pm 0.6$ g으로 他 補充給與區에 비해 가장 작았다(Table 3). 3~4주령에서 Mn급여구의 일당증체량은  $3.9 \pm 0.6$ g으로 대조구보다 0.7g, Zn처리구보다 0.6g이나 각각 더 많았으며 유의차도 인정되었다( $p < 0.05$ ). 시험개시시 부터 종료시까지 0~4週齡의 日當

增體量은 체중에서와 같이 유사한 경향으로 Mn보충구, 대조구, Zn+Mn보충구, Zn보충구의 순으로 각각  $2.8 \pm 0.3$ ,  $2.5 \pm 0.3$ ,  $2.5 \pm 0.2$  및  $2.4 \pm 0.3$ g으로 Mn보충구가 가장 높았고 Zn보충구가 가장 낮았으며 Mn보충구와 Zn보충구 사이에는 有意差가 있었다( $p < 0.05$ ). 한편 Cook 등(1984)은 핑병아리에 市販飼料와 Zinc 60, 120 ppm을 보충급여한 결과 핑병아리 成長改善에는 아무런 영향이 없었다고 보고했으며, Scott 등(1959)의 연구에서도 Zn가 缺乏된 사료에서는 羽毛發育과 다리 骨格發達에는 영향을 미치나 체중에는 영향을 없는 것으로 나타났는데 본 연구에서 Zn보충구가 성장이 뚜렷하게 낮게 나타나고 있음을 이들의 연구결과와는 상이함을 보여주었다.

사료전환율(feed/gain)은 0~2주령에서  $3.4 \pm 0.8 \sim 3.8 \pm 0.7$ 의 범위로 처리구간에 유의차가 없었으나 ( $p > 0.05$ ), 0~4주령에서는 Mn보충구, Zn보충구, Zn+Mn보충구 및 대조구의 순으로 각각  $3.8 \pm 0.4$ ,  $3.9 \pm 0.4$ ,  $4.2 \pm 0.6$  및  $4.3 \pm 0.6$ 이었으며 이들 평균간에 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ).

結論的으로 닭병아리 배합사료에 함유된 Zn와 Mn의 量(각각 40.5, 60.7ppm)은 핑병아리의 정상적인 羽毛發育과 脚弱症 防止에 필요한 요구량을 충족시켰음을 알 수 있었다. Mn보충구는 일당증체량, 사료효율, 깃털길이 및 정강이길이에서 대조구보다 좋은 경향을 보였으나 유의성은 없었다( $p > 0.05$ ).

Table 3. Effects of supplementing diets with Zn, Mn or both on average daily gain and feed conversion in pheasant chicks<sup>1</sup>

Effect	Diet				Hatching time	
	Control	Zn	Mn	Zn+Mn	June 29	July 13
Daily gain(g)						
0-2 weeks	$2.0 \pm 0.8^{a2}$	$1.6 \pm 0.5^b$	$1.8 \pm 0.5^{ab}$	$1.6 \pm 0.4^{ab}$	$2.2 \pm 0.4^a$	$1.3 \pm 0.1^b$
3-4 weeks	$3.1 \pm 0.6^b$	$3.3 \pm 0.3^b$	$3.9 \pm 0.6^a$	$3.4 \pm 0.4^{ab}$	$3.1 \pm 0.4^a$	$3.7 \pm 0.5^b$
0-4 weeks	$2.5 \pm 0.3^{ab}$	$2.4 \pm 0.3^b$	$2.8 \pm 0.3^a$	$2.5 \pm 0.2^{ab}$	$2.6 \pm 0.3$	$2.5 \pm 0.3$
Feed/wt. gain						
0-2 weeks	$3.4 \pm 0.8$	$3.8 \pm 0.7$	$3.4 \pm 0.5$	$3.6 \pm 0.6$	$3.2 \pm 0.6^a$	$3.9 \pm 0.5^b$
3-4 weeks	$5.8 \pm 1.0^a$	$4.5 \pm 0.6^b$	$4.5 \pm 0.7^b$	$4.9 \pm 0.9^{ab}$	$5.1 \pm 1.0$	$4.7 \pm 0.9$
0-4 weeks	$4.3 \pm 0.6$	$3.9 \pm 0.4$	$3.8 \pm 0.4$	$4.2 \pm 0.6$	$4.1 \pm 0.5$	$4.0 \pm 0.6$

<sup>1</sup> See footnote to Table 2.

<sup>2</sup> Means in the same row with different superscript are significantly different( $p < 0.05$ ).

#### IV. 摘 要

핑 육성추의 飼料改善의 일환으로 對照區(시판사

료)를 包含하여 Zn 100 ppm 보충구, Mn 100 ppm 보충구 및 Zn 100+Mn 100 ppm 보충구로 하여

孵化後 4주간의 成長과 羽毛發育을 시험한 결과는 다음과 같다.

Mn의 缺乏症인 脚弱症 및 다리畸形인 個體는 대조구를 포함한 모든 시험구에서 출현되지 않았다. 평병아리의 정강이 길이는 만 4주령에서는 Mn 보충구가  $46.8 \pm 1.7\text{mm}$ 로 가장 컸으나 대조구( $45.2 \pm 2.3\text{mm}$ )와는 유의차( $p > 0.05$ )가 없었다. 깃털의 길이는 4주령에서 Mn 보충구가  $7.6 \pm 0.3\text{cm}$ 로 가장 길었으나 대조구( $7.6 \pm 0.5\text{cm}$ )와 유의차( $p > 0.05$ )는 없었다. Zn 缺乏症의 대표적인 증상(Zn deficiency syndrome)으로 나타나는 feather fraying은 1.8(Zn 보충구)~4.3% (대조구)의 범위로 처리구들간의 유의차는 없었다 ( $p > 0.05$ ). 4주간 일당증체량은 Mn 보충구, 對照區, Zn+Mn 보충구, Zn 보충구의 순으로 각각  $2.8 \pm 0.3$ ,  $2.5 \pm 0.3$ ,  $2.5 \pm 0.2$  및  $2.4 \pm 0.3\text{g}$ 으로 Mn보충구가 가장 높았고 Zn보충구가 가장 낮았으며 이 두 처리구간에는 有意差도 인정되었다( $p < 0.05$ ).

브로일러 육성추사료에 함유된 Zn와 Mn의 量 (각각 40.5, 60.7 ppm)은 평병아리의 正常的인 羽毛發育과 脚弱症 防止에 필요한 要求量을 充足시키고 있는 것으로 생각되었으며, Mn 보충구는 일당증체량, 사료효율, 깃털의 길이 및 정강이 길이에서 유의성은 없었으나( $p > 0.05$ ) 대조구보다 좋은 성적을 보였다.

## V. 引用文獻

1. Cook, M. E., Sunde, M. L., Stahl, J. L. and Hanson, L. E. 1984<sup>a</sup>. Zinc deficiency in pheasant chicks fed practical diets. *Avian Dis.* 28:1102.
  2. Cook, M. E. and Sunde, M. L. 1984<sup>b</sup>. Zinc, copper, and iron supplementation of pheasant diets for growth, feathering, and immunity: Research Report 1984. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, U.S.A.
  3. Cook, M. E. 1985. Further studies on zinc nutrition of pheasants: Research Report 1985. University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, U.S.A.
  4. Henry, P. R., Ammerman, C. B. and Miles, R. D. 1989. Relative bioavailability of manganese in a manganese-methionine complex for broiler chicks. *Poult. Sci.* 68:107.
  5. Leeson, S. and Summers, J. 1991. Commercial Poultry Nutrition. University Books, pp. 270. Guelph, Ontario, Canada.
  6. Mertz, W. 1986. Trace elements in human and animal nutrition. 5th ed. pp. 105-108. Academic Press, Inc., New York, U.S.A.
  7. Nesheim, M. C., Austic, R. E. and Card, L. E. 1979. Poultry Production(12th ed). pp. 90. Lea & Febiger, Philadelphia, U.S.A.
  8. North, M. O. 1984. Commercial Chicken Production Manual. 3rd ed., pp. 470. The AVI publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, U.S.A.
  9. Scott, M. L., Holm, E. R. and Reynold, R. E. 1959. Studies on the niacin, riboflavin, choline, manganese, and zinc requirements of ringnecked pheasants for growth, feathering, and prevention of leg disorders. *Poult. Sci.* 38:1344.
  10. Scott, M. L., Nesheim, M. C. and Young, R. J. 1982. Nutrition of the chicken, 3rd ed. pp. 277. W. F. Humprey press Inc. New York, U.S.A.
  11. Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1980. Statistical Methods(7th ed). Iowa State University Press, Ames, Iowa, U.S.A.
  12. Southern, L. L. and Baker, D. H. 1983. Excess manganese ingestion in the chick. *Poult. Sci.* 62: 642.
  13. Stahl, J. L., Greger, J. L. and Cook, M. E. 1990. Breeding-hen and progeny performance when hens are fed excessive dietary zinc. *Poult. Sci.* 69:259.
  14. Wedekind, K. J. and Baker, D. H. 1990. Effect of varying calcium and phosphorus levels on manganese utilization. *Poult. Sci.* 69:1156.
- (접수일자: 1993. 3. 30./채택일자: 1993. 8. 13.)