

## 미량영양소들의 추가급여가 뉴캐슬 또는 전염성 기관지염 백신 접종시 산란계의 면역성에 미치는 효과

김정우 · 고승연 · 조석현 · 김춘수

단국대학교 축산학과

### Effects of Excess Dietary Supplementation of Several Micronutrients on Immune Response in Layers Inoculated with Newcastle Disease and Infectious Bronchitis Vaccines

J. W. Kim, S. Y. Ko, S. H. Cho, and C. S. Kim

Department of Animal Science, Dankook University

Chonan, Korea 330-714

#### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the immune response of layers fed diets supplemented with excess micronutrients, i.e., vitamin A, methionine, Zn, Cu, and Fe to the inoculation of Newcastle disease vaccine(NDV) or infectious bronchitis vaccine(IBV). The antibody titer against the NDV increased immediately after the inoculation and stayed high during the next 6 wk. On the other hand, The antibody titer against the IBV increased after 4 wk of inoculation. The IgM level increased rapidly after 1 wk of NDV inoculation, however, it decreased after 5 wk of inoculation. The IgA displayed similar pattern to that of IgM in response to NDV inoculation. The pattern of IgM change after IBV inoculation was similar to that when layers were treated with NDV. However, IgA level changed earlier than did IgM. The IgG response to the NDV and IBV was very weak compared to the other immune responses. The excess supplementation of micronutrients to the diets of layers inoculated with NDV elicited favorable antibody titer and immune response compared to the layers fed the control diet. The excess Zn, however, allowed the layers to have higher antibody titer for the 4-wk period after NDV injection; after that they showed no effect of extra-Zn. The immune responses of layers fed excess vitamin A, Cu, methionine, and Fe were markedly higher in IgA and IgG than the control layers. The excess Zn, however, did not bring about any favorable result. No difference was detected in IgG level between control and micronutrients-treated groups.

(Key words: layer, immunoglobulin, Newcastle disease, infectious bronchitis, antibody titer, micronutrients)

## 서 론

가금의 육종 및 사양기술의 발달과 축사시설의 과학화는 양계산업의 발전에 크게 기여하여 왔다. 이와 같은 기술의 발달은 가축의 생산성은 향상시켰지만, 개량축의 항병력 저하라는 역효과를 또한 초래하였다. 최근 국내에서는 사육의 집단지화, 대규모화, 항생제와 첨가제의 오용 및 남용, 변이균주의 발생으로 인한 백신의 효율성 저하는 질병 발생율을 증가시켰다. 이로 인해 생산비의 과다지출을 초래하였고, 결과적으로 병에 대한 내성 및 축체내의 약물 잔류 등으로 인해 축산식품의 품질이 저하되었다. 상기의 문제점을 해결하기 위해서는 축체내의 면역활성 능력을 극대화할 수 있는 방안에 대한 연구가 필연적이다. 한편, 질병의 발병원인은 가축의 영양결핍과 밀접한 관계를 가져온다는 사실은 國內·外에서 이미 많이 연구되어 왔다. 특히, 미량영양소의 결핍은 가축의 면역성을 저하시키는 것으로 보고되고 있다. 그러나, 미량 영양소의 과다급여가 면역성에 미치는 영향에 관련된 연구보고는 최근까지 미흡한 실정이다. 특히, 무기 영양소의 과다급여와 면역반응과의 관계를 연구한 사례는 거의 접하기 어려운 실정이다.

본 연구는 실험동물과 육용계를 대상으로 한 국내의 연구결과를 기초로 하여, 산란계의 사료중에 미량 영양소인 Fe, Cu, Zn, vitamin A 및 methionine을 각각 NRC(1984) 요구량의 7배(400 ppm), 17배(100 ppm), 5배(200 ppm), 10배(40,000 IU) 및 2.5배(0.5%) 수준으로 첨가급여시 Newcastle disease(ND)와 infectious bronchitis(IB) 백신 투여에 따른 항체형성과 체액성 면역반응과의 관계를 조사하였다. 또한 이들의 면역활성 효과를 규명하고 미량 영양소의 첨가급여로 질병 발생에 대한 저항성을 높일 수 있는 자료를 제공함으로써, 축산물의 품질을 향상시키는 동시에 생산성 증가 및 저항성 육종 연구분야에 기초자료를 제공함으로써 면역활성이 높은 배합사료의 개발에 도움을 주어 산업현장에서 효율적으로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

실험동물은 Hy-line(brown) 실용계 중추(12주령) 84수였으며, 15주령부터 실험사료를 급여하기 시작하여 25주령(적용사육기간 : 3주)동안 cage 사육을 실시하였다. 실험설계는 NRC(1984) 사양표준에 의거하여 배합한 사료를 대조구(항생제 및 기타 성장 촉진제의 첨가를 배제함)로 하였다. 처리구 사료들로는 대조구 사료에 methionine을 0.5%(NRC 요구량의 2.5배) 추가 배합한 것, Fe를 400 ppm(NRC 요구량의 7배) 추가 배합한 것, Cu를 100 ppm(NRC요구량의 17배) 추가배합한 것, Zn를 200 ppm(NRC 요구량의 5배) 추가 배합한 것, vitamin A를 40,000 IU(NRC 요구량의 10배) 추가 배합한 것 등의 5가지 사료를 제조하였다.

백신접종은 18주령시 ND 생독백신(NDV)과 IB 생독백신(IBV)을 각각 처리군별로 0.5 mL씩 근육접종을 실시하였다.

혈액 채취 시기는 각각 15주령과 접종 당일, 그리고 접종 후 7주간 매주 채혈하였다. 채혈은 날개 정맥으로부터 3 mL 채혈하여 혈청을 분리한 후  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하였다. 그리고 항체역가 즉, ND와 IB virus에 대한 항체형성 수준의 조사는 ELISA법으로 실시하였고, 면역글로불린(IgA, IgG, IgM)농도의 측정은 RID 법으로 실시하였다.

통계처리는 SAS Institute(1985)의 program package를 이용하여 조사항목들의 처리간 분산분석은 GLM Procedure를 이용했고, 처리 및 주령별 각종 차이의 유의성 검정은 Tukey Test와 Duncan(1955)의 multiple range test로 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 대조구에 NDV 또는 IBV 접종에 따른 면역반응의 시기별 수준변화

산란계에서 NDV 접종에 따른 혈청 항체가 수준은 접종 직후부터 증가하여 1주경에 최고수준(168%)에 도달하여 3주까지 유지하다가 그 이후부터 서서히 감

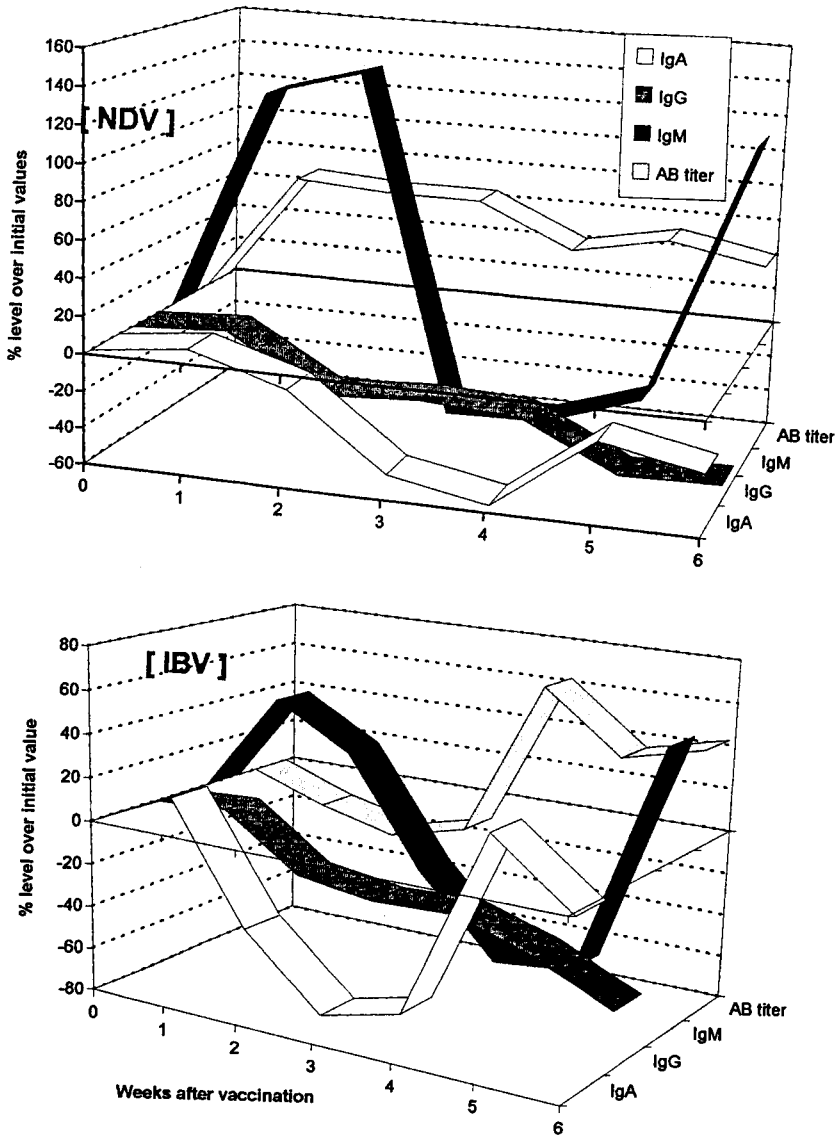


Figure 1. Changes of IgA, IgG and IgM levels and antibody titer after NDV and IBV.

소하여 6주경에는 접종 전의 142% 수준을 유지하였다. 한편, IBV접종에 따른 혈청 항체가 수준은 접종 후 2주경까지 감소하였으며, 그 이후 증가하여 4주경에 최고수준(160%)에 도달하였고 5주경부터는 접종 전의 140%수준을 유지하였다(Figure 1).

NDV를 접종한 산란계의 혈청중 IgA 수준은 접종

1주후에 최고의 수준(106%)으로 증가하였다가 4주경에는 최저의 수준(41%)으로 저하되었으며, 그 이후 서서히 증가하여 접종 전의 70% 수준을 유지하였다. IgG 수준은 접종 직후부터 서서히 감소하여 6주경에는 접종 전의 48 % 수준으로 저하되었다. IgM 수준은 접종 직후부터 급증하여 2주후에 최고의 수준

(238%)으로 증가되었다가 다시 감소하여 3~4주경에 최저의 수준(55%)으로 저하하였으며 6주경에는 다시 접종 전의 218% 수준으로 증가되었다.

한편, IBV를 접종한 산란계의 혈청중 IgA 수준은 접종 1주후에 최고의 수준(115%)으로 증가하였다가 3주경에는 최저의 수준(31%)으로 저하되었으며, 그 이후 서서히 증가하는 현상을 보였다. IgG 수준은 접종 직후부터 서서히 감소하여 6주경에는 접종 전의

50% 수준으로 저하되었다. IgM 수준은 접종 1주후에 최고의 수준(147%)으로 증가되었다가 다시 감소하여 4~5주경에 최저의 수준(41%)으로 저하하였으며 6주경에는 다시 접종 전의 150% 수준으로 유지되었다 (Table 1과 Figure 1).

## 2. NDV 또는 IBV 접종에 따른 처리군간의 항체가 수준변화

**Table 1.** Changes of antibody titer and IgA, IgG and IgM levels after NDV or IBV

Items	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Newcastle disease vaccine							
Antibody titer	1778±620.4	2985±601.1	2925±460.6	2921±571.5	2501±757.6	2690±953.8	2518±713.9
IgA(mg/mL)	1.22±0.683	1.29±0.536	1.10±0.563	0.62±0.376	0.50±0.294	0.99±0.412	0.86±0.370
IgG(mg/mL)	23.99±3.199	24.63±5.957	17.48±5.456	18.20±5.197	17.50±3.196	11.26±2.164	11.59±2.767
IgM(mg/mL)	0.79±0.348	1.78±0.516	1.88±0.875	0.43±0.239	0.44±0.262	0.58±0.374	1.72±0.400
Infectious bronchitis vaccine							
Antibody titer	1909±757.2	1675±731.2	1511±698.5	1688±561.5	3103±1264	2576±1127	2748±1223
IgA(mg/mL)	1.22±0.728	1.41±0.961	0.76±0.720	0.38±0.196	0.49±0.323	1.54±0.723	1.20±0.659
IgG(mg/mL)	22.49±3.987	22.95±10.46	17.48±5.671	16.37±4.601	16.71±3.469	14.25±4.852	10.42±4.714
IgM(mg/mL)	0.70±0.280	1.03±0.633	0.89±0.632	0.54±0.406	0.29±0.131	0.32±0.189	1.07±0.398

**Table 2.** Weekly developmental changes of serum antibody titer after NDV and IBV

Treat	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Newcastle disease vaccine							
Cu	1182±699.0	2585±624.0	2623±426.9 <sup>b</sup>	2508±471.8	3028±480.8 <sup>ab</sup>	3156±504.4	2776±591.2
Fe	1788±943.4	3089±908.9	3262±855.8 <sup>ab</sup>	3168±832.2	2931±759.9 <sup>ab</sup>	2921±889.8	2647±562.8
Met	1481±794.0	2935±1416	3186±1000 <sup>ab</sup>	2965±970.0	3674±897.0 <sup>a</sup>	2996±450.0	2706±382.0
Vit. A	1404±889.4	2881±376.9	2943±527.5 <sup>ab</sup>	2701±500.4	2931±640.4 <sup>ab</sup>	2519±1020	2730±475.5
Zn	1698±699.9	3383±1227	3846±668.5 <sup>a</sup>	3442±1006	3769±871.6 <sup>a</sup>	2551±770.3	2517±456.4
Control	1778±620.4	2985±601.1	2925±460.6 <sup>ab</sup>	2921±571.5	2501±757.6 <sup>b</sup>	2690±953.8	2518±713.9
Infectious bronchitis vaccine							
Control	1909±757.2	1675±731.2	1511±698.5	1688±561.5 <sup>ab</sup>	3103±1264	2576±1127	2748±1223
Cu	1538±543.6	1718±680.0	1729±670.0	1861±934.0 <sup>ab</sup>	2392±1299	2006±961.0	2349±1265
Fe	2124±799.2	1951±595.3	2037±605.9	1918±595.2 <sup>ab</sup>	2456±1361	2345±1075	2570±669.3
Met	1440±517.5	2249±688.9	2191±491.5	2267±621.8 <sup>ab</sup>	3193±978.8	2265±656.5	2463±632.9
Vit. A	1968±789.4	1634±801.9	1876±625.5	1756±616.6 <sup>ab</sup>	2090±1299	2292±651.8	2535±1043
Zn	1725±773.0	1756±584.0	1586±727.0	2535±875.0 <sup>a</sup>	2680±992.0	2632±701.0	2641±670.0

Number of chicks /treatment : 12 birds.

<sup>a,b</sup> Figures with different superscripts in the same column were significantly different (P<0.05).

Data were analysed with square root transformed value of antibody titer.

Treatments : Cu : Cu 100ppm, Fe : Fe 400ppm, Met : methionine 0.5%, Vit. A : vitamin A 40,000IU, Zn : Zn 200ppm, Control (NRC Standard).

Zn 첨가구를 제외한 모든 첨가구들의 NDV 접종에 따른 혈청 항체가는 접종 직후부터 3주경까지 대조구의 수준과 유사하거나 낮은 수준이었다. 이 현상은 Cu, vitamin A와 methionine 첨가구의 접종 전 NDV에 대한 기존 항체가가 대조구의 65~85% 수준으로 낮았기 때문에 발생한 현상으로써, 접종에 따른 항체가를 증가율로 비교하면 모든 첨가구들의 항체가는 접종 후 4주경까지 대조구보다 높은 것으로 나타났다. 접종 후 4주경에는 모든 첨가구들이 대조구에 비하여 20~60% 높게 증가하였으며, 특히 Zn와 methionine

첨가구의 항체가는 현저히 높았다. 이 시기중의 methionine, Fe 과 Cu 첨가구들의 수준은 6주경까지 대조구보다 높게 유지되었다. Zn 첨가구는 접종 직후부터 4주경까지는 대조구보다 높은 수준을 유지하였으나 5주 이후부터는 대조구보다 낮거나 유사한 수준을 나타내었다.

한편, 첨가구들 IBV 접종에 따른 혈청 항체가는 접종 직후부터 3주경까지 대조구의 수준보다 10~40% 높게 유지하였다. 이 시기중의 methionine, Fe, Cu 와 vitamin A 첨가구의 수준은 대조구보다 현저히 높

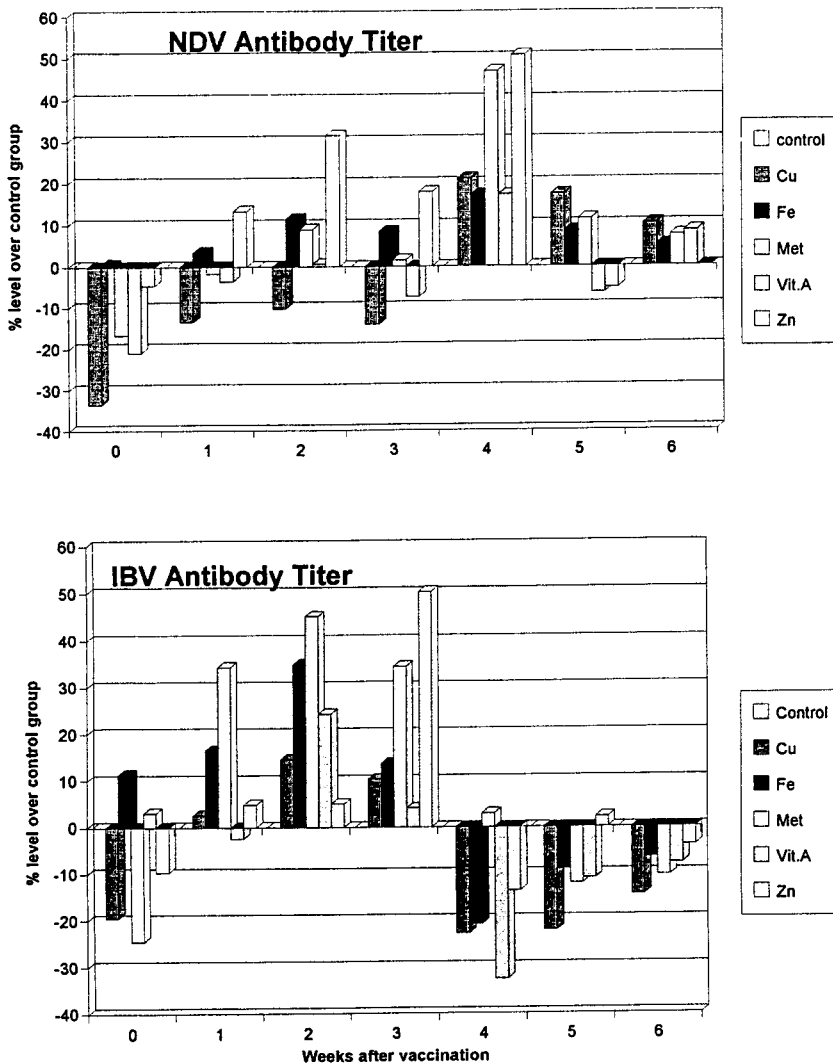


Figure 2. Developmental changes of serum antibody titer after NDV and IBV in layers.

게 유지되었다. 한편, Zn 첨가구는 접종 후 3주경에만 대조구보다 높은 수준으로 증가되었으며, 그 외의 시기에서는 대조구와 유사한 수준을 나타내었다.(Table 2와 Figure 2)

ine 첨가구의 수준도 대조구보다 높게 유지되었다. 반면에 Zn 첨가구는 접종 직후부터 급격히 저하되어 3주 이후부터는 대조구와 유사한 수준이었다(Table 3, Figure 3).

**3. NDV 접종에 따른 처리간의 면역글로부린 수준 변화**

**1) IgA**

첨가구의 IgA 수준은 NDV 접종 후 2주경까지 대조구에 비하여 급격히 감소하였으나 그 이후 다시 급증하여 4주경에는 대조구의 수준보다 1.3~3.3 배 높게 증가되었다. 특히, Cu 첨가구는 기타 첨가구보다 접종 당일부터 3주경까지 대조구의 70% 수준을 유지하다가 4주 이후부터는 대조구의 1.5~3배 수준을 유지하였다. 이 시기 중의 vitamin A, Fe와 methion-

**2) IgG**

NDV 접종에 따른 대조구와 첨가구의 IgG 수준은 전 기간 동안 유의적 차이는 없었으며, NDV 접종 후 2주경에 대조구보다 일시적으로 높은 수준을 유지하였으나, 4주경에는 대조구의 수준보다 20~30% 낮게 저하하였다. 이 시기 중의 Cu, methionine, vitamin A, Fe 첨가구들의 수준은 대조구보다 현저히 낮은 반면에 Zn 첨가구는 대조구와 유사한 수준이었다 (Table 4, Figure 3).

**3) IgM**

**Table 3.** Weekly developmental changes of serum IgA concentration in layers treated with NDV (unit : mg /mL)

Treatment	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Cu	0.88±0.286 <sup>b</sup>	0.95±0.309 <sup>b</sup>	0.78±0.391 <sup>ab</sup>	0.40±0.365	1.66±1.461 <sup>a</sup>	0.75±0.396	1.59±0.604
Fe	1.07±0.482 <sup>ab</sup>	1.62±0.709 <sup>ab</sup>	0.32±0.178 <sup>b</sup>	0.61±0.391	0.78±0.653 <sup>ab</sup>	1.23±0.485	1.17±0.688
Met	1.15±0.601 <sup>b</sup>	1.42±0.514 <sup>ab</sup>	0.68±0.503 <sup>ab</sup>	0.57±0.383	0.71±0.492 <sup>b</sup>	0.77±0.339	0.99±0.477
Vit. A	1.53±0.914 <sup>ab</sup>	1.35±0.533 <sup>ab</sup>	0.56±0.585 <sup>ab</sup>	0.70±0.467	0.86±0.519 <sup>ab</sup>	0.74±0.391	0.96±0.603
Zn	2.06±1.058 <sup>a</sup>	1.69±0.443 <sup>a</sup>	0.61±0.532 <sup>ab</sup>	0.69±0.532	0.45±0.409 <sup>b</sup>	0.86±0.443	1.38±1.265
Control	1.22±0.683 <sup>ab</sup>	1.29±0.536 <sup>ab</sup>	1.10±0.563 <sup>a</sup>	0.62±0.376	0.50±0.294 <sup>b</sup>	0.99±0.412	0.86±0.370

Number of chicks /treatment : 12 birds.

<sup>a,b</sup> Figures with different superscripts in the same column were significantly different (P<0.05).

Treatments : Cu : Cu 100ppm, Fe : Fe 400ppm, Met : methionine 0.5%, Vit. A : vitamin A 40,000IU, Zn : Zn 200ppm, Control : NRC Standard.

**Table 4.** Weekly developmental changes of serum IgG concentration in layers treated with NDV (unit : mg /mL)

Treatment	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Cu	22.29±8.180	19.55±6.605	18.58±5.745	16.71±3.530	11.87±4.655	10.75±2.328	12.32±4.956
Fe	24.31±3.344	20.85±4.728	14.89±5.641	17.13±4.487	13.95±4.759	10.72±2.820	13.88±2.975
Met	25.69±6.606	25.55±8.580	20.49±3.733	17.92±1.833	12.87±4.279	10.50±2.114	11.24±1.139
Vit. A	26.06±5.886	21.78±3.955	19.88±5.641	17.37±3.220	13.31±4.884	11.74±2.757	11.70±2.855
Zn	26.82±8.422	25.21±5.745	21.54±5.961	20.64±6.361	17.49±2.231	9.89±2.044	10.62±1.751
Control	23.99±3.199	24.63±5.957	17.48±5.456	18.20±5.197	17.50±3.196	11.26±2.164	11.59±2.767

Number of chicks /treatment : 12 birds.

Treatments : Cu : Cu 100ppm, Fe : Fe 400ppm, Met : methionine 0.5%, Vit. A : vitamin A 40,000IU, Zn : Zn 200ppm, Control : NRC standard.

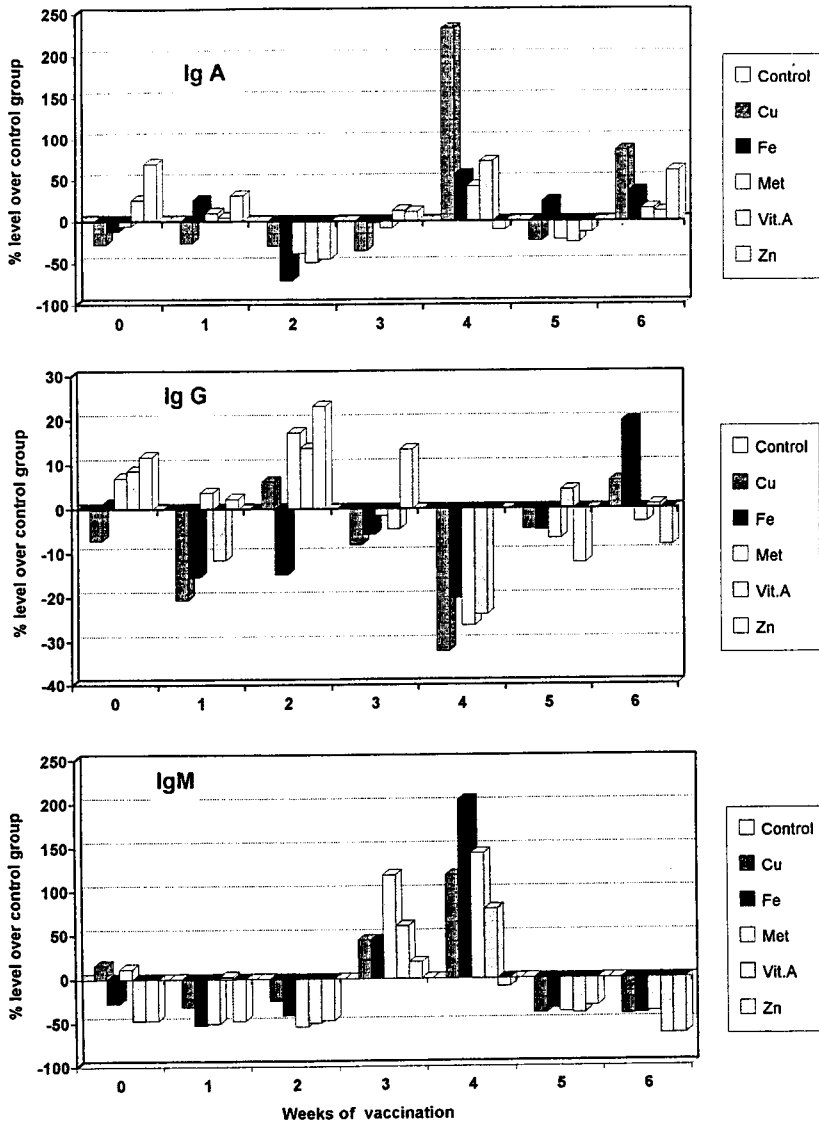


Figure 3. Developmental changes of serum IgA, IgG and IgM levels after NDV in layers.

첨가구의 IgM 수준은 NDV 접종 후 2주경까지는 대조구보다 낮은 수준으로 저하하였으나 그 이후 급격히 증가하여 4주경에는 대조구의 수준보다 1.7~3.2 배 높게 증가하였다. 이 시기중의 Fe, methionine, Cu와 vitamin A 첨가구들의 수준은 현저히 높은 반면에 Zn 첨가구는 대조구와 유사한 수준이었다.(Table 5, Figure 3).

#### 4. IBV접종에 따른 처리군간의 면역글로불린의 수준 비교

##### 1) IgA

첨가구의 IgA 수준은 IBV 접종 후 3주경에 급격히 증가하여 4주경에는 대조구의 수준보다 1.5~2.5 배

**Table 5.** Weekly developmental changes of serum IgM concentration in layers treated with NDV  
(unit : mg /mL)

Treatment	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Cu	0.91±0.572	1.22±0.596 <sup>ab</sup>	1.43±0.915	0.62±0.453	0.96±0.439 <sup>ab</sup>	0.35±0.238	1.01±0.325 <sup>b</sup>
Fe	0.57±0.201	0.85±0.422 <sup>b</sup>	1.11±0.802	0.62±0.252	1.34±0.422 <sup>a</sup>	0.38±0.173	1.03±0.508 <sup>b</sup>
Met	0.88±0.853	0.88±0.679 <sup>b</sup>	0.87±0.663	0.94±0.821	1.07±0.547 <sup>a</sup>	0.36±0.191	1.07±0.506 <sup>b</sup>
Vit. A	0.42±0.177	1.82±0.900 <sup>a</sup>	0.95±0.806	0.69±0.551	0.79±0.368 <sup>abc</sup>	0.35±0.161	0.63±0.287 <sup>b</sup>
Zn	0.42±0.295	0.94±0.374 <sup>b</sup>	1.00±0.657	0.51±0.506	0.40±0.133 <sup>c</sup>	0.40±0.148	0.64±0.302 <sup>b</sup>
Control	0.79±0.348	1.78±0.544 <sup>a</sup>	1.90±0.920	0.43±0.239	0.44±0.262 <sup>bc</sup>	0.58±0.374	1.72±0.400 <sup>a</sup>

Number of chicks /treatment : 12 birds.

<sup>a,b</sup> Figures with different superscripts in the same column were significantly different ( $P<0.05$ ).

Treatments : Cu : Cu 100ppm, Fe : Fe 400ppm, Met : methionine 0.5%, Vit. A : vitamin A 40,000IU, Zn : Zn 200ppm, Control : NRC standard.

**Table 6.** Weekly developmental changes of serum IgA concentration after IBV  
(unit : mg /mL)

Treatment	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Cu	0.88±0.268	1.07±0.623	1.21±0.609 <sup>a</sup>	0.54±0.236	0.60±0.494 <sup>b</sup>	0.82±0.552 <sup>ab</sup>	1.45±0.574
Fe	1.11±0.440	1.35±0.765	0.43±0.408 <sup>b</sup>	0.53±0.325	0.79±0.616 <sup>ab</sup>	0.71±0.229 <sup>b</sup>	1.17±0.348
Met	0.83±0.393	1.18±1.098	0.44±0.472 <sup>b</sup>	0.36±0.314	0.86±0.528 <sup>ab</sup>	0.76±0.691 <sup>b</sup>	1.44±0.595
Vit. A	1.13±0.683	0.98±0.501	0.40±0.337 <sup>b</sup>	0.56±0.176	1.33±0.738 <sup>a</sup>	0.64±0.395 <sup>b</sup>	1.50±1.061
Zn	1.06±0.810	0.65±0.702	0.38±0.284 <sup>b</sup>	0.49±0.271	0.31±0.164 <sup>b</sup>	0.74±0.440 <sup>ab</sup>	0.77±0.497
Control	1.22±0.728	1.41±0.961	0.76±0.720 <sup>ab</sup>	0.38±0.196	0.49±0.323 <sup>b</sup>	1.54±0.723 <sup>a</sup>	1.20±0.659

Number of chicks /treatment : 12 birds.

<sup>a,b</sup> Figures with different superscripts in the same column were significantly different ( $P<0.05$ ).

Treatments : Cu : Cu 100ppm, Fe : Fe 400ppm, Met : methionine 0.5%, Vit. A : vitamin A 40,000IU, Zn : Zn 200ppm, Control : NRC standard.

높게 유지하였다. 특히, Cu 첨가구는 기타 첨가구보다 1주 초기에 면역반응이 일어났다. 이 시기중의 vitamin A, methionine과 Fe 첨가구의 수준은 현저히 높은 반면에 Zn 첨가구는 대조구보다 낮은 수준이었다. (Table 6, Figure 4).

첨가구의 IgA 수준은 접종후 2주시까지 대조구에 비해 낮았으며 그 이후 급격히 상승하여 4주경에는 Zn첨가구를 제외한 모든 첨가구는 대조구보다 50~150% 높은 수준을 유지하였다. Cu첨가구는 2주시에 IBV접종에 따른 IgA반응이 다른 처리구보다 일찍 일어났다( $P<0.05$ ).

## 2) IgG

첨가구의 IgG 수준은 IBV 접종 후 3주경에 대조구

군보다 일시적으로 높은 수준이었으나, 4~5주경에는 대조구의 수준보다 10~40 % 낮은 수준으로 저하하였다. 이 시기 중의 Cu, vitamin A, Fe와 methionine 첨가구의 수준은 대조구보다 현저히 낮은 반면에 Zn 첨가구는 대조구와 유사한 수준이었다 (Table 7, Figure 4).

## 3) IgM

첨가구의 IgM 수준은 IBV접종 후 3주경까지는 대조구와 유사하였으나 그 이후 급격히 증가하여 4주경에는 대조구의 수준보다 2.0~2.5배 높게 증가하였다. 특히, Cu 첨가구는 기타 첨가구보다 1주 초기에 면역반응이 일어났다. 이 시기중의 Fe, vitamin A, Cu, methionine과 Fe 첨가구의 수준은 현저히 높은 반면



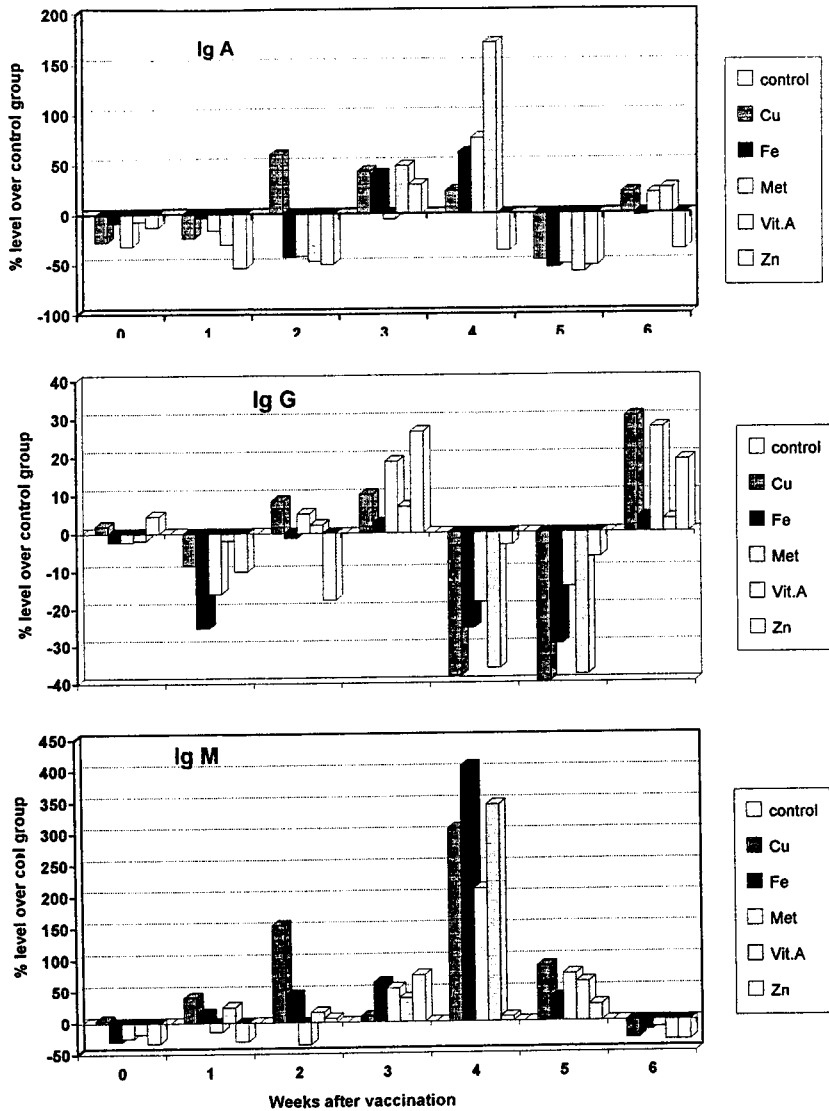


Figure 4. Developmental changes of serum IgA, IgG and IgM levels after IBV in layers.

에 Zn첨가구는 대조구와 유사한 수준이었다.(Table 8, Figure 4)

**적 요**

1. Newcastle disease vaccine(NDV) 접종에 의한 항체가는 접종 직후부터 증가되며 6주동안 높

은 수준을 유지하는 반면에, infectious bronchitis vaccine(IBV) 접종에 의한 항체가는 접종 4주후부터 증가하였다.

2. NDV접종 1주후 IgM의 수준은 급격히 증가하다가 5주후부터 감소하였다. IgA 수준도 IgM과 유사한 경향을 보이고 있으나, IgG의 수준 변화는 매우 미약한 것으로 나타났다.

**Table 7.** Weekly developmental changes of serum IgG concentration after IB vaccination

(unit : mg/mL)

Treatment	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Cu	22.92±3.874	20.99±7.062	18.99±4.660	18.04±3.641	10.32±3.442 <sup>b</sup>	8.56±2.443 <sup>b</sup>	13.60±4.059
Fe	21.97±8.897	17.18±5.311	17.25±2.965	16.81±2.568	12.49±3.986 <sup>ab</sup>	10.02±4.304 <sup>ab</sup>	10.83±3.757
Met	22.00±4.247	19.31±6.956	18.38±4.281	19.45±3.179	13.65±2.810 <sup>ab</sup>	12.21±3.352 <sup>ab</sup>	13.29±3.720
Vit. A	22.06±4.147	22.51±6.117	17.85±2.625	17.53±1.641	10.66±2.505 <sup>b</sup>	8.85±1.896 <sup>b</sup>	10.78±1.398
Zn	23.52±4.553	20.63±6.309	14.39±5.314	20.74±6.035	16.17±5.567 <sup>a</sup>	13.31±3.180 <sup>ab</sup>	12.40±3.158
Control	22.49±3.987	22.95±10.460	17.48±5.671	16.37±4.601	16.71±3.469 <sup>a</sup>	14.25±4.852 <sup>a</sup>	10.42±4.714

Number of chicks /treatment : 12 birds.

<sup>a,b</sup> Figures with different superscripts in the same column were significantly different (P<0.05).

Treatments : Cu : Cu 100ppm, Fe : Fe 400ppm, Met : methionine 0.5%, Vit. A : vitamin A 40,000IU, Zn : Zn 200ppm, Control : NRC standard.

**Table 8.** Weekly developmental changes of serum IgM concentration after IB vaccination

(unit : mg/mL)

Treatment	Wk 0	Wk 1	Wk 2	Wk 3	Wk 4	Wk 5	Wk 6
Cu	0.73±0.382	1.44±1.409	2.26±0.965 <sup>a</sup>	0.59±0.641	1.18±0.427 <sup>ab</sup>	0.60±0.358	0.76±0.550
Fe	0.49±0.175	1.18±0.567	1.28±0.665 <sup>ab</sup>	0.88±0.855	1.47±0.394 <sup>a</sup>	0.44±1.559	0.89±0.213
Met	0.53±0.371	0.88±0.312	0.57±0.627 <sup>b</sup>	0.83±0.768	0.90±0.609 <sup>ab</sup>	0.56±0.238	0.95±0.487
Vit. A	0.57±0.350	1.28±0.612	1.03±0.825 <sup>b</sup>	0.74±0.271	1.29±0.365 <sup>ab</sup>	0.52±0.327	0.73±0.349
Zn	0.47±0.323 <sup>ns</sup>	0.72±0.690	0.94±0.965 <sup>b</sup>	0.94±1.064	0.31±0.183 <sup>ab</sup>	0.40±0.329	0.73±0.177
Control	0.70±0.280 <sup>ns</sup>	1.03±0.633	0.89±0.632 <sup>b</sup>	0.54±0.406	0.29±0.131 <sup>b</sup>	0.32±0.189	1.07±0.398

Number of chicks /treatment : 12 birds.

<sup>a,b</sup> Figures with different superscripts in the same column were significantly different (P<0.05).

Treatments : Cu : Cu 100ppm, Fe : Fe 400ppm, Met : methionine 0.5%, Vit. A : vitamin A 40,000IU, Zn : Zn 200ppm, Control : NRC standard.

3. IBV 접종 후 IgM의 수준변화는 NDV 접종시와 유사하였다. IgA 수준 변화는 IgM 보다 조기에 일어났으며, IgG의 수준은 백신 접종에 따른 항체가 형성에 미약하게 반응하였다.
4. Cu, methionine, Fe과 vitamin A 첨가구의 NDV 접종에 대한 항체와 면역반응은 대조구에 비하여 양호하였다. Zn 첨가구는 접종 후 4주간은 대조구보다 양호한 항체를 유지하였으나, 그 이후부터는 대조구보다 저하하거나 유사하였으며, 또한 이 기간의 IgA와 IgM 수준도 대조구보다 낮게 반응하였다.
5. 미량영양소의 첨가금역시 IBV 접종에 따른 면역반응 효과에 있어서, vitamin A, Cu, methionine과 Fe 첨가구는 현저히 높은 항체가 수준과

높은 IgA 및 IgM 수준을 보여 대조구의 경우보다 양호한 면역반응을 하는 것으로 나타났다. Zn 첨가구에서는 대조구와 유사한 면역반응을 보였다. 첨가구와 대조구의 IgG 수준 변화에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

(색인: 산란계, 면역성, 뉴캐슬 백신, 전염성 기관지염 백신, 미량영양소)

## 인용문헌

Brown AJ, Bracewell CD 1988 Effect of repeated infections of chickens with infectious bronchitis viruses on the specificity of their antibody responses., Vet Rec 122:

- 209-208.
- Damrin BL, Goodson WR 1987 Liquid methione as a drinking water supplement for broiler chicks., *Poultry Sci* 66:1001-1006.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests, *Biometrics* 11:1-42.
- Faragher JT 1987 A haemagglutination inhibition test for avian infectious bronchitis virus antibody. *Austral Vet J* 64:250-252.
- Friedman A, Meidovsky A, Leitner G, Sklan D 1991 Decreased resistance and immune response to *E. coli* infection in chicks with low or high intakes of vitamin A. *J Nutr* 121:395-400.
- Kim JH, Song CS 1992 Consideration of cause of recent severe outbreaks of Newcastle disease in Korea and a brief review of virological differences, serological diagnosis and administration of a vaccine. *Korean J Poul Sci* 19:65-76.
- National Research Council 1984 Nutrient Requirements of Poultry. 8th rev ed. National Acad Press, Washington DC.
- Pimentel JL, Cook ME, Greger JL 1991 Immune response of chicks fed various levels of zinc. *Poultry Sci* 70:947-954.
- Richards MP 1989 Influence of egg production on zinc, copper and iron metabolism in the turkey hen., *Comp Biochem Physiol. A, Comp Physiol* 93: 811-817.
- SAS Institute 1985 SAS User's Guide: Statistics, Version 5 ed. SAS Institute Inc, Cary NC.
- Sklan D, Melamed D, Friedman A 1994 The effect of varyong levels of dietary vitamin A on immune response in the chick., *Poultry Sci* 73:843-847.
- Stahl JL, Greger JL, Cook ME 1989 Zinc, copper and iron utilisation by chicks fed various concentrations of zinc., *Brit Poult Sci* 30:123-134.
- Tsiagbe VK, Cook ME, Harper AE, and Sunde ML 1987 Enhanced immune responses in broiler chicks fed methionine-supplemented diet. *Poultry Sci* 66: 1147-1154.
- Yachida S, Sawaguchi K, Aoyama S. et al. 1983 Application of hemagglutination-inhibition test for infectious bronchitis. *鶏病年報*. 19 : 185-192.
- 송현제 최정옥 1991 효소면역법에 의한 닭 전염성 기관지염 바이러스 항체 검사. *한국가금학회지* 18: 183-196.