

파워필의 급여가 육계의 생산성 및 장내 미생물에 미치는 영향

류경선¹ · 서경석² · 김상호³ · 송희종⁴

전북대학교 농과대학 동물자원과학과

¹전북대학교 생체안전연구소, ²(주)넬 바이오텍

³축산기술연구소 대전지소, ⁴전북대학교 수의과대학 수의학과

Effects of Dietary Supplemental Powerfeel on Performance and Intestinal Microflora of Broiler Chicks

K. S. Ryu¹, S. K. Seo², S. H. Kim³ and H. J. Song⁴

Department of Animal Resources and Biotechnology, Chonbuk National University, Chonju 561-756

¹Bio-Safety Research Institute, Chonbuk National University, Chonju 561-756

²NEL BIOTECH CO., LTD, Ansong 456-880, ³National Livestock Research Institute, Daejeon 305-365

⁴College of Veterinary Medicine, Chonbuk National University, Korea 561-756

ABSTRACT : The objective of these experiments was to investigate the feeding of Powerfeel supplementation on performance and intestinal microflora of broiler chicks. Five treatments were allocated into 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.10% Powerfeel with four replications for five weeks. Diets contained 21.5% CP, 3,100 kcal/kg ME for the first three weeks and 19% CP, 3,100 kcal/kg ME for the rest two weeks. Weight gain, feed intake, feed conversion were weekly measured. *E. coli* and *Salmonella* were examined from cecum and ileum at the end of experiment. ND titer were also measured at five weeks old after first and booster vaccination at 14 and 21 days of age. In experiment 1, Weight gain of Powerfeel treatments was significantly higher for five weeks ($P < 0.05$). Feed intake increased in all Powerfeel treatments. Chicks fed Powerfeel improved feed conversion ratio (FCR) significantly compared to that of control ($P < 0.05$), but was not shown the consistency. In experiment 2, Weight gain and feed consumption of chicks fed Powerfeel were tended to increase, but were not statistically different from control. Powerfeel treatments showed significantly lower FCR than control ($P < 0.05$). The number of *Salmonella* and *E. coli* of chicks ileum fed Powerfeel were highly decreased, compared to those of control in both experiments. Powerfeel supplementation seemed to decrease the number of both *Salmonella* and *E. coli* in ileum, but was not consistency in cecum. Chicks fed Powerfeel showed significantly higher ND titer than control ($P < 0.05$). These results indicated that the optimum level of Powerfeel to maximize the performance of broiler chicks were estimated from 0.050 to 0.075% in broiler diets.

(Key words : broiler chicks, weight gain, alkaline, *Salmonella*, *E. coli*)

서 론

사료에 Na_2SiO_3 , K_2CO_3 , NaHCO_3 등이 함유된 강한 알칼리성을 나타내는 제재를 첨가하면 성상이 변화될 것으

로 사료된다. 육계용 사료원료로서 부적합한 원료사료에 NaOH로 처리를 하여 급여하면 생산성이 대조구와 비슷하였으 (Nagalakshmi et al., 1996), 토마토 찌꺼기에 알칼리 처리를 하여 pH가 7로 육계에 급여하였을 때 생산성이

대조구에 비하여 현저하게 개선되었으므로 pH가 7이상에서 중체와 사료요구율을 개선할 수 있을 것으로 추론하였다(Squires et al., 1992). Choct와 Annison (1992a; b)은 Wheat pentosan에 alkaline extraction을 한 후에 3.5% alkali-extractable pentosan의 첨가·급여는 육계의 생산성을 저하시켰으나, 소화물의 점도가 대조구에 비하여 현저하게 높았으며, alkaline wheat pentosan은 소화물의 점도를 증가시켜 anti-nutritive activity를 배제하였다. 이러한 연구결과는 사료의 성상에 따라서 알칼리 제제의 첨가·급여는 육계의 생산성과 관련될 수 있는 인자임을 시사한다.

그러므로 본 시험은 강알칼리성을 나타내며, 양이온이 다량 함유된 파워필의 수준별 급여가 육계의 생산성 및 장내 병원성 미생물인 살모넬라와 *E. coli*수의 변화 및 ND

항체에 미치는 영향을 구명하고자 시행하였다.

재료 및 방법

1일령 육계 로스 수컷을 (주)하림으로부터 구입하여 두 차례의 사양실험이 전북대학교 농과대학 부속농장에서 2000년 6월 1일부터 7월 5일까지, 7월 19일부터 8월 23일까지 동일한 방법으로 반복적으로 시행되었다. 물과 사료는 무제한으로 급여하였으며, 전기 3주간에 사료는 조단백질 21.5% ME 3,100 kcal/kg으로 급여하였으며, 후기에는 조단백질 19와 19.5%, ME 3,100과 32,00 kcal/kg 수준으로 급여하였다(Table 1).

3처리구는 (주)넬 바이오텍에서 공급한 Powerfeel[®]을

Table 1. Basal diet composition

Ingredients	Experiment 1		Experiment 2	
	Starter	Finisher	Starter	Finisher
	----- (%) -----			
Corn	61.22	59.80	63.04	66.38
Soybean meal	25.06	22.25	21.74	19.12
Corn gluten meal	8.09	3.37	10.07	8.33
Soybean oil	2.00	1.80	—	—
Lysine	0.23	0.14	0.25	0.23
DL-methionine	0.12	0.05	0.10	0.02
Limestone	0.90	0.99	0.90	1.09
Salt	0.40	0.32	0.40	0.36
Vitamin premix1	0.10	0.09	0.10	0.10
Mineral premix2	0.10	0.09	0.10	0.10
TCP	1.77	1.11	1.80	1.28
Tallow	—	—	1.50	3.00
Chemical composition				
ME(Kcal/kg)	3,100	3,100	3,100	3,200
CP(%)	21.50	19.00	21.50	19.50
Methionine(%)	0.50	0.38	0.50	0.38
Lysine(%)	1.10	1.00	1.10	1.00
Ca(%)	1.00	0.90	1.00	0.90
P(%)	0.45	0.35	0.45	0.35

¹, Provided per kilogram of diet : vit A, 5,500 IU; vit D₃, 1,100 ICU; vit E, 11 IU; vit B₁₂, 0.0066mg; riboflavin, 4.4mg; pantothenic acid, 11mg(Ca-pantothenate: 11.96mg); choline, 190.96mg(choline chloride 220mg); menadione, 1.1mg(menadione sodium bisulfite complex 3.33mg); folic acid, 0.55mg; pyridoxine, 2.2mg(pyridoxine hydrochloride, 2.67mg); biotin, 0.11mg; thiamin, 2.2mg(thiamin mononitrate 2.40mg); ethoxyquin, 125mg.

², Provided the mg per kilogram of diet : Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60; nCu, 10; I, 0.46; Ca, min: 150 max: 180.

0, 0.025, 0.05, 0.075, 0.10% 수준으로 하였으며, 처리구 당 4반복 반복당 12수씩 전체 240수를 5주간 사육하였다. 조사항목은 처리구별 증체량, 사료섭취량, 사료요구율로서 매주 측정하였으며, 시험 종료시에 맹장과 회장의 소화물에서 살모넬라와 *E. coli* 수를 실험 종료후 각 처리별로 4~5마리를 취하여 경추탈골법으로 희생시킨 후 회장, 맹장, 직장 (실험 1) 또는 회장, 맹장 (실험 2)에서 내용물을 1g을 무균적으로 수거한 후 멸균된 생리식염수 (PBS) 9ml에 중량 대 부피로 10^{-1} 부터 10^{-5} 까지 희석하였다. 희석액 중 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} 에서 각각 0.1ml를 분주하여 anaerobes, *Lactobacillus* spp., yeast, *E. coli*의 수를 각각 측정하기 위하여 평판배지에 접종하였다. *Lactobacillus* spp., yeast, *E. coli*의 수를 측정하는데는 각각 Rogosa agar (Difco), yeast morphology agar (Difco), MacConkey agar (Difco)를 이용하여 37°C에서 24시간 (*Lactobacillus* spp.는 48시간) 동안 호기상태로 배양하였다. Anaerobes는 anaerobic agar (Difco)와 GasPak® system (BBL)을 이용하여 37°C에서 24시간 동안 혐기적으로 배양한 후, 각각의 평판배지에서 colony의 수를 조사하였다. 조사된 미생물의 수는 상용로그를 취하여 나타냈다. ND 항체가는 14일령에 1차 접종하고 21일령에 보강접종 후 시험종료시에 혈액을 채취하여 분리된 혈청으로부터 처리구별 항체가는 Beard 등 (1975)의 혈액 응집 억제반응 (Heamagglutination Inhibition test; HI test)을 이용하여 구하였으며 모든 ND 항체 역가는 log₂ 값으로 나타내었다. 본 시험의 결과는 SAS (1996)의 ANOVA를 이용하여 처리구간의 통계적인 차이를 분석하였으며 처리구간의 차이는 Duncan's multiple range test (Steel and Torrie, 1980)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1차 사양시험의 결과는 Table 2에 나타냈다. 전 사육기간에 증체량은 0.075% 처리구에서 1,753g으로 제일 높았으며, 사육 전기 3주간에 증체량은 파워필 처리구에서 대조구에 비하여 현저하게 높았으며, 파워필 0.05% 급여수준까지 선형적으로 증가하였고 0.05%보다 높은 수준의 급여구에서 증체는 일관성은 없었지만 대조구에 비하여 높았다. 이러한 결과는 토마토 씨거기에 알칼리처리를 하여 pH가 7로 육계에 급여하였을 때 생산성이 대조구에 비하여 현저하게 개선되었다는 Squires 등 (1992)의 보고와 일치하는 경향을 보였으며, Wheat pentosan에 alkaline extraction을 한 후에 3.5% alkali-extractable pentosan의 첨가·급여는 육계의 생산성을 현저하게 저하시켰다는 Choct와 Anison (1992)의 결과와는 상반되었다. 사육후기인 4~5주령에 증체량은 Powerfeel® 급여구에서 대조구에 비하여 높은 경향을 보였으나 첨가구간에 일관성은 없었다. 사료요구율은 Powerfeel® 처리구에서 대조구에 비하여 현저하게 개선되었으나 파워필 처리구간에 일관성은 없었다. 0.10% 급여구는 사육전기 3주간에 사료요구율은 0.025와 0.050% 처리구에서 대조구와 다른 처리구에 비하여 개선되는 경향을 보였으나, 0.075%와 0.10% 급여구는 대조구와 비슷하였다. 시험 전 기간에 Powerfeel® 처리구의 사료요구율은 대조구에 비하여 개선되는 경향을 보였다. 시험 2에서는 사육 전기간에 증체량 사료섭취량은 파워필 급여구에서 개선되지 못하였다 (Table 3) 사육후기 4~5주간에 파워필 급여구는 전체적으로 대조구에 비하여 사료섭취량이 감소하였으며 증체량은 0.075%수준까지 대조구보다 높았지만 0.10%처리구에서는 대조구보다 낮았으며, 사료요구율도 0.10%파워필 급여구를 제외한 처리구에서 사육후기에 대조구에 비하여 현저하게 개선되었다 ($P < 0.05$). 이러한 결과로 육계의 생산성을 극대화할 수 있는 사료내 파워필의 급여수준은 0.050~0.075%수준임을

Table 2. Influence of dietary supplemental Powerfeel® on performance of broiler chicks (Expt. 1)

Treatments (%)	Feed intake (g)			Weight gain (g)			Feed conversion		
	0~3	4~5	Total	0~3	4~5	Total	0~3	4~5	Total
0	974.4	1822.2	2796.6	733.9	897.1 ^b	1631.0 ^b	1.328	2.032	1.714
0.025	987.6	1910.5	2898.1	752.6	998.8 ^a	1751.5 ^a	1.313	1.916	1.655
0.050	1004.8	1833.5	2838.3	763.8	939.1 ^{ab}	1702.9 ^a	1.316	1.956	1.668
0.075	1014.8	1866.3	2881.1	762.6	990.4 ^a	1753.0 ^a	1.331	1.885	1.644
0.100	1010.9	1851.8	2862.8	758.3	951.3 ^{ab}	1709.6 ^a	1.333	1.948	1.675
Pooled SE	7.05	14.89	19.31	4.64	12.30	13.90	0.004	0.020	0.010

Table 3. Influence of dietary supplemental Powerfeel® on performance of broiler chicks (Expt. 2)

Treatments (%)	Feed intake (g)			Weight gain (g)			Feed conversion		
	0~3	4~5	Total	0~3	4~5	Total	0~3	4~5	Total
0	1078.4	1740.5	2776.1	768.0	850.3	1618.3	1.404	2.048 ^a	1.715
0.025	1018.6	1702.0	2720.6	724.9	874.6	1599.5	1.405	1.947 ^b	1.701
0.050	1015.3	1656.5	2671.8	744.4	865.1	1609.5	1.364	1.917 ^b	1.660
0.075	1065.6	1665.9	2731.5	756.6	860.2	1616.8	1.408	1.936 ^b	1.689
0.100	1042.1	1640.3	2682.4	757.9	804.5	1562.5	1.375	2.041 ^a	1.717
Pooled SE	15.18	16.16	26.26	9.77	9.18	13.74	0.013	0.018	0.007

^{ab}, Means with the different superscripts within a column differ significantly ($P < 0.05$).

Table 4. Influence of dietary supplemental Powerfeel® on intestinal microflora (\log_{10} CFU) of broiler chicks

Treatments (%)	Ileum				Cecum			
	<i>Salmonella</i>		<i>E. coli</i>		<i>Salmonella</i>		<i>E. coli</i>	
	Expt 1	Expt 2	Expt 1	Expt 2	Expt 1	Expt 2	Expt 1	Expt 2
0	5.27	6.25 ^a	7.20	3.25	3.88	10.40	7.17	7.45
0.025	4.08	3.14 ^b	5.78	3.13	4.10	2.88	6.76	3.82
0.050	3.39	2.00 ^b	3.54	2.10	4.35	1.88	4.04	6.59
0.075	4.88	1.25 ^c	5.48	1.88	5.63	6.00	5.35	1.51
0.100	5.01	1.83 ^{bc}	5.70	1.50	5.10	4.46	5.81	8.91
Pooled SE	0.303	0.286	0.442	0.377	0.380	1.453	0.414	0.927

^{a-c}, Means with the different superscripts within a column differ significantly ($P < 0.05$).

시사한다.

파워필의 급여가 회장과 맹장에서 살모넬라와 *E. coli*의 변화에 미치는 영향을 Table 4에 나타냈다. 회장에서 살모넬라의 수는 파워필의 급여구에서 대조구에 비하여 낮게 나타났으며, 파워필 0.05와 0.075% 급여구에서 \log_{10} CFU로 환산하였을 때 각각 3.39, 4.88(실험 1), 2.00, 1.25(실험 2)로 모든 처리구중에서 낮은 경향을 나타냈다. 회장에서 파워필 급여구는 *E. coli*의 수가 대조구에 비하여 낮았으며, 이러한 경향은 살모넬라와 비슷하게 나타났다.

Table 5. Influence of dietary supplemental Powerfeel® ND antibody titers of broiler chicks

Treatments (%)	Expt. 1	Expt. 2	Means
0	3.50	4.00	3.75
0.025	5.25	3.90	4.57
0.050	4.75	3.82	4.28
0.075	4.50	4.40	4.45
0.100	4.50	4.50	4.50
Pooled SE	0.230	0.121	-

일반적으로 미생물의 보고로 알려진 맹장에서 살모넬라 수는 파워필 급여구에서 높게 나타났으며(실험 1), *E. coli*는 파워필 급여구에서 대조구에 비하여 전체적으로 낮았으며, 0.05%급여구에서 4.04로서 가장 낮았다.

본 실험의 결과 파워필의 첨가·급여는 대조구에 비하여 육계의 회장에서 살모넬라와 *E. coli*의 수를 감소시켰으며, 맹장에서는 *E. coli*수를 감소시켰다.

파워필이 육계의 면역성에 미치는 영향을 고찰하고자 14일령에 B1 strain으로 1차 백신을 하고 21일령에 보강접종을 한 후 28일령에 처리구당 12수씩 ND 역가를 측정하였다(Table 5). 실험 1에서 0.025% 처리구의 ND항체가는 야외주에 대하여 방어할 수 있는 5.25로 나타났으며 파워필 급여구는 대조구에 비하여 ND 항체가는 높았다. 실험 1의 결과로 육계에 파워필의 급여는 면역성이 증가하였음을 간접적으로 시사하였다. 실험 2에서는 실험 1의 결과와는 다르게 0.025와 0.050%처리구에서 ND항체가는 대조구와 차이가 없었으나 0.075와 0.10%처리구에서는 실험 1의 결과와 동일한 경향을 나타냈다. 실험 1과 2의 결과를 평균하였을 때 ND항체가는 파워필의 급여구에서 대조구에 비하여 현저하게 높았으므로 파워필의 첨가·급

여는 간접적으로 면역원성을 증가할 수 있음을 시사한다.

적 요

본 실험은 파워필의 수준별 급여가 육계의 생산성 및 장내 병원성 미생물인 살모넬라와 *E. coli*수의 변화에 미치는 영향을 구명하고자 두 차례 반복적으로 시행하였다. 처리구는 Powerfeel 0, 0.025, 0.05, 0.075, 0.10%수준으로 하였으며, 처리구당 4반복 반복당 12수씩 전체 240수를 5주간 사육하였다. 조사항목은 처리구별 증체량, 사료섭취량, 사료요구율로서 매주 측정하였으며, 실험 종료시에 맹장과 회장에서 살모넬라와 *E. coli*수를 조사하였고 ND를 14일령에 1차 접종하고 28일령에 보강접종후 처리구별로 12수씩 항체가를 측정하였다. 2020실험 1에서 사육 전기 3주간에 증체량은 파워필 처리구에서 대조구보다 높았으며, 파워필 0.05%급여수준까지 선형적으로 증가하였고 0.05%보다 높은 수준의 급여구에서 더 이상의 증체는 없었지만 대조구에 비하여 높게 나타났다. 사육전기 3주간에 사료요구율은 0.025와 0.050% 처리구에서 대조구와 다른 처리구에 비하여 개선되는 경향을 보였으며, 사육후기인 4~5주령 사이에 증체량은 powerfeel 급여구에서 대조구에 비하여 높았으나 첨가구간에 일관성은 없었다. 사료요구율도 파워필 처리구에서 대조구에 비하여 현저하게 개선되었으나($P < 0.05$) 파워필 처리구간에 일관성은 없었다. 실험 2에서 증체량은 처리구간에 차이가 없었으나 사료요구율은 사육후기에 Powerfeel® 0.10% 급여구를 제외한 다른 처리구에서 대조구에 비하여 현저하게 개선되었다($P < 0.05$). 회장에서 살모넬라의 수는 파워필의 급여구에서 대조구에 비하여 낮게 나타났다. 파워필 0.05와 0.075% 급여구에서 \log_{10} CFU로 환산하였을 때 실험 1에서 3.39와 4.88로서 대조구의 5.27에 비하여 낮았으며, 실험 2에서는 2.00, 1.25로 대조구의 6.25에 비하여 현저하게 감소되었다($P < 0.05$). 회장에서 파워필 급여구는 *E. coli*의 수가 대조구에 비하여 낮은 경향을 보였으나 통계적인 차이는 없었다. 본 실험의 결과 파워필의 첨가·급여는 대조구에 비하여 육계의 회장에서 살모넬라와 *E. coli*의 수를 감소시켰으며, 맹장에서는 0.10% 급여구를 제외한 다른 처리구에서는 *E. coli*수를 감소시켰다. ND 항체가는 실험 1에서 0.025% 처리구에서 야외주에 대하여 방어할 수 있는 5.25로 나타났으며 파워필 급여구는 대조구에 비하여 ND 항체가는 높은 경향을 보였다. 실험 1의 결과로 육계에 파워필의 급여는 면역성이 증가하였음을 간접적으로

시사하였다. 실험 2에서는 실험 1의 결과와는 다르게 0.025와 0.050%처리구에서 ND항체가는 대조구와 차이가 없었으나 0.075와 0.10%처리구에서는 실험 1의 결과와 동일한 경향을 나타냈다. 실험 1과 2의 결과를 평균하였을 때 ND항체가는 파워필의 급여구에서 대조구에 비하여 높은 경향을 보였으므로 파워필의 첨가·급여는 간접적으로 면역원성을 증가할 수 있음을 시사한다. 2121본 실험의 결과 육계사료에 0.050~0.075% 파워필의 첨가·급여는 육계의 생산성을 극대화 할 수 있을 것으로 사료된다.

(색인어 : 육계, 증체량, 알칼리, 살모넬라, 대장균)

인용문헌

- Beard CW, Hopkins SR, Hammond J 1975 Preparation of Newcastle disease virus hemagglutination-inhibition test antigen. Avian Dis 19: 692-699.
- Choct M, Annison G 1992a Anti-nutritive effect of wheat pentosans in broiler chickens : Roles of viscosity and gut microflora. Br Poult Sci 33: 821-84.
- Choct M, Annison G 1992b The inhibition of nutrient digestion by wheat pentosans. Br J Nutr 67: 123-132.
- Nagalakshmi D, Sastry VR, Agrawai DK, Katiyar RC, Verma SV 1996 Performance of broiler chicks fed on alkali-treated neem(Azadirachta indica)kernel cake as a protein supplement. Br Poult Sci 37:4 809-18.
- SAS/STAT 1996 SAS user guide. release 6.12 ed SAS Inst Inc Cary NC.
- Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and Procedure of Statistics McGraw Hill New York.
- Squires MW, Naber EC, Toelle VD 1992 The effects of heat, water, acid and alkali treatment of tomato cannery wastes on growth, metabolizable energy value, and nitrogen utilization of broiler chicks. Poult Sci 71: 522-529.