

## 사료 내 $\beta$ -Glucanase 활성이 강화된 복합효소제 급여가 육계의 생산성과 혈청성분 및 육질에 미치는 영향

조진국 · 정수진 · 주은정 · 최진영 · 김병석<sup>1</sup> · 윤병선 · 남기택 · 황성구\*  
국립한경대학교 농업생명과학대학 동물생명환경과학부 및 GRRC, <sup>1</sup>한국효소(주)

### The Effects of Dietary Enzyme Mixture Fortified with $\beta$ -Glucanase Activity on the Growth Performance, Serum Components, and Meat Quality of Broiler Chicks

Jin-Kook Cho, Soo-Jin Jung, Eun-Jeong Joo, Jin-Young Choi, Byoung-Suk Kim<sup>1</sup>,  
Byeng-Sun Youn, Ki-Taek Nam, and Seong-Gu Hwang\*

*Division of Animal Life and Environmental Science, College of Agriculture and  
Life Science and GRRC, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea*

*<sup>1</sup>Korea Enzyme Co., Ltd., Hwaseong 445-881, Korea*

#### ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effects of dietary enzyme mixture fortified with  $\beta$ -glucanase on the growth performance, serum components and meat quality of broiler chicks. 31,800 Ross 208 male broiler chicks were randomly allotted into 2 groups, the control and 0.3% enzyme diet with  $\beta$ -glucanase supplementation groups. Control group chicks were fed the control (corn-soybean meal based) diet and the treatment group chicks were fed the 0.3% enzyme mixture supplemented with  $\beta$ -glucanase. The growth performance, serum components and meat qualities such as pH, color, water holding capacity, cooking loss, and shearing force of meats were investigated. The results showed that the growth performance of chicks fed the 0.3% enzyme mixture diet were improved compared to that of the control group, as much as 5% in growth rate, 19% in average weight, 6.8% in performance index, and 5.5% in feed efficiency. Although, there were no significant differences in the muscle color degrees ( $L^*a^*b^*$ ) and shearing force between the control group and experimental group, the water holding capacity and cooking loss of the experimental group were significantly higher than those of control group ( $p < 0.05$ ). The antibody titers in serum against the antigens of Newcastle disease and Infectious Bursal disease were higher in the experimental group than in the control group. Altogether, these suggest that the broiler diet containing 0.3% enzyme mixture fortified with  $\beta$ -glucanase activity can improve the growth performance, immune reaction, and meat quality of broiler chicks.

**Key words :** broiler chicks,  $\beta$ -glucanase, growth performance, meat quality

#### 서 론

최근 Newcastle disease, Coccidiosis, Avian influenza와 같은 질병의 발생 및 항생제 치료에 대한 위생적 관심이 고조되면서(Kunin, 1993), 많은 연구자들이 축산물 생산 분야에서도 친환경 축산에 관한 연구를 활발하게 수행하

고 있다. 그러나 안전하면서도 고품질의 축산물 생산은 가축의 질병에 대한 저항력 증진과 사육환경의 개선 없이는 이루어지기 어려운 과제로 질병치료와 생산성 향상을 위해서 아직도 많은 항생제가 사용되고 있는 실정이다. 이와 같은 항생제의 남용, 오용은 인체대사에도 영향을 미칠 수 있기 때문에 여러 국가에서 그 사용량 및 식품에서 잔류허용량은 더욱 엄격해지고 있다(Smith, 1975; Van Houweling, 1971). 이러한 항생물질의 대체방안으로 부작용이 없는 천연물을 이용한 첨가제 사용이 대안으로 제시되고 있으며(Vanbelle, 1994), 면역기능을 증강시키는 것도

\*Corresponding author : Seong-Gu Hwang, College of Agriculture and Life Science, Hankyong National University, Anseong 456-749, Korea. Tel: 82-31-670-5121, Fax: 82-31-670-5127, E-mail: sghwang@hknu.ac.kr

그 대안이라고 할 수 있다. 이러한 방법의 일환으로 생체 면역을 증가시켜 질병 원인체에 대한 생체 방어능 향진을 유도할 수 있는 비특이 면역 증강제에 대한 연구와 개발이 최근 들어 이루어지고 있다(Yoo 등, 2001).

한편, 닭 같은 비반추 동물은 식물세포벽의 탄수화물을 소화할 수 있는 효소들을 분비하지 못하여 보리를 병아리에게 급여할 경우는 성장률과 사료효율이 감소되게 되는데, 이의 원인은 가용화된  $\beta$ -glucan에 의해 상승된 소장의 점도가 영양소의 소화력을 떨어뜨려 성장률과 사료효율을 떨어뜨리는 것에 기인한다고 한다(Burnett, 1966; White *et al.*, 1981).

그러므로,  $\beta$ -glucan을 가수분해할 수 있는 사료첨가용 효소가 필요하며 이러한 효소로는 lichenase(E.C. 3.2.1.73),  $\beta$ -glucanase(E.C. 3.2.1.6), cellulase(E.C. 3.2.1.4) 등이 있고, 미생물을 배양하여 이들 효소의 상업적 생산이 가능해짐에 따라 그 이용성에 관한 관심이 증대되고 있다. 특히 단위동물에서는  $\beta$ -glucanase나 또는 이들 효소추출물을 이용하여 보리의 이용성을 증진시킬 수 있는 연구가 활발히 진행되고 있다. Qureshi 등(1980)은 산란계 병아리의 보리가 함유된 사료에  $\beta$ -glucanase를 분비하는 *Trichoderma viride*의 배양추출물을 첨가하였을 때, 체내 cholesterol의 생합성에 관계하는 HMG-CoA reductase의 수준이 떨어지고 혈장과 간장 내 cholesterol의 수준이 저하되었다고 보고하였다.

또, Hesselman 과 Aman(1986)은  $\beta$ -glucanase를 첨가했을 때에  $\beta$ -glucan의 가수분해에 의해 소장의 점도가 감소되고 영양소의 소화율을 높여주므로 산란계의 생산지수에 관한 긍정적인 효과가 있다고 보고하고 있다. 그러나,  $\beta$ -glucan의 용해성과 효소활성의 차이 및 다른 내용물의 작용에 의하여 성장률 개선에 있어서는 각기 상반된 결과들도 제시되어 왔다(Chesson, 1987; Campbell and Bedford, 1992; Rotter 등, 1989). 이와 같이 사료내의  $\beta$ -glucanase 보충에 의한 육계의 생산지수 개선효과는 계속적으로 보고되어 왔으나, 효소강화에 의한 혈액 내 cholesterol 수준 변화 및 면역증강 효과와 육질에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구는 육계에  $\beta$ -glucanase를 강화한 복합효소의 첨가급여에 따른 생산지수 변화와 아울러 혈액 내 cholesterol 수준, 면역작용 및 육질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 실험동물 및 시험설계

사양시험은 Ross 브로일러 31,800마리를 공시동물로 선정하여 경기도 화성시 송산면에 위치한 농가에서 총 36일간 수행하였다.

**Table 1. Formula and composition of control diet** (Unit: %)

Ingredient	The first term	The later term
Corn	41.02	41.78
Wheat	25.00	25.00
Soybean meal	23.36	23.66
Corn gluten	0.70	0.70
Fish meal	2.50	0.70
Fatty oil	2.80	3.50
Lysine	0.62	0.18
Methionine	0.20	0.12
Choline chloride	0.08	0.06
Limestone	0.66	0.58
TCP	1.66	1.86
Salt	0.20	0.26
Free mix	1.20	1.60
Total	100	100
Crude protein	19.50	21.00
Crude fat	4.00	5.00
Meth & Cyst	0.70	0.85
ME kcal/kg	3.03	3.08

시험설계는 브로일러를 같은 수로 대조구(기본배합 사료 급여)와 시험구(복합효소제 급여구)의 2군으로 나누어 임의 배치하고, 대조구는 Table 1의 기본배합 사료를, 시험구는 Table 2와 같이 *Aureobasidium* sp.로부터 추출한  $\beta$ -glucanase를 강화한 복합효소를 일반적인 첨가량 범위로 약 0.3%씩 사료에 첨가하여 36일간 급여하였다. 사양관리는 같은 사육조건에서 관리하면서 시험기간 동안 물과 사료는 자유 섭취하게 하였고 정상적인 점등관리(16시간)를 실시하였다.

### 조사항목 및 조사방법

#### 1) 사양실험

최종체중 측정은 매주 측정하였고 시험 종료 시 체중을 사육두수로 나누어 체중의 평균치로 나타냈고, 이 수치에서 개시체중을 뺀 후 사육일수로 나누어 일당 증체량을 구하였다. 사료 섭취량은 매주 1-3회의 급여 사료량에서 잔여 사료량을 감한 값으로 총량을 구하였고, 육성율은 출하수수에서 입추수수를 나눈 후 100을 곱하여 %로 나타냈다. 사료효율은 36일 동안의 총 증체량을 총 사료섭취량으로 나누어 계산하였으며 생산지수는 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{생산지수} = (\text{육성율} \times \text{수당체중}) / (\text{사료요구율} \times \text{출하일령}) \times 100$$

#### 2) 혈액의 채취 및 성분분석

사양시험 종료 후 각 시험군에서 무작위로 20수씩 선발

하여 육계의 심장에 주사기 바늘을 넣어 10 mL 정도 채혈하여 heparin 처리된 vacutainer tube(Becton Dickinson, Rutherford, NJ, USA)에 넣어 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 얻었다. 혈청은 -20°C에 보관하며 분석 실험에 사용하였다. 혈청성분 분석은 자동혈액분석기(Auto analyzer 7150, Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용해 HDL-cholesterol, LDL-cholesterol, glucose 농도를 측정하였다(Chowdhury 등, 2004). Lactate dehydrogenase(LDH)는 50 mM phosphate buffer(pH 7.5), 0.18 mM NADH, 0.6 mM sodium pyruvate와 시료를 첨가하여 UV-Vis spectrophotometer(UV-mini 1240, Shimadzu, Japan)를 이용하여 340 nm에서의 흡광도 증가를 경시적으로 측정하여 계산하였다(Masood 등, 1997).

3) ND 및 IBD에 대한 항체 역가 측정

ND(Newcastle disease, 뉴캐슬병)와 IBD(Infection Bursal disease, 전염성 F낭병)에 대한 백신을 혼합하여 20주의 육계에 음용 투여하였으며, 항체역가가 상승하였는지를 살펴보기 위하여 ELISA 법으로 다음과 같이 역가검사를 실시하였다.

ND와 IBD를 각각 1  $\mu$ g/mL의 농도로 100  $\mu$ L씩 96 well plate에 coating buffer로 실온에서 하룻밤 coating시키고, 0.05% Tween 20을 함유하는 PBS-Tween 20 buffer로 3회 세척 후 5% BSA용액으로 1시간 37°C에서 blocking시켜 다시 PBS-Tween 20 buffer로 3회 세척하였다. 닭의 혈청을 100배 희석하여 첨가하고 37°C에서 1시간 반응 후 다시 세척하였다. Anti-chicken IgG-HRP를 PBS buffer에 10,000배 희석하여 각 well에 첨가하고 1시간 반응 후 세척하였다. 항체역가는 ABTS(Sigma, USA) 기질용액을 각 well에 분주 후 37°C에서 30분간 반응시켰으며, 최종적인 OD값은 ELISA reader(Sunrise A-5002, Tecan Co, Austria)를 이용하여 405 nm에서 측정하였다.

4) 육질검사

가열감량

가열감량은 계육 20 g을 알루미늄 팬에 넣고 미리 200°C로 예열해 둔 전기오븐에 15분 동안 중심부 온도가 80°C에 이르도록 가열하였다(Cyril 등, 1996). 상온에서 30분간 약 15°C가 되도록 방냉 시킨 다음 가열 전후의 중량 차이를 이용하여 다음 식에 의거하여 가열감량을 계산하였다(Castellini 등, 2002).

가열감량(%)

$$= (\text{가열전 시료무게} - \text{가열후 시료무게}) \times 100 / \text{가열전 시료무게}$$

pH

pH는 닭 근육 시료 1 g을 증류수 10 mL에 넣어 1,500

rpm으로 30초간 균질기로 균질하여 pH meter(Broadly Co., Santana, CA, USA)로 측정하였다(Korkeala et al., 1986).

보수력

보수력은 Nakamura와 Katoh(1985)의 방법으로 계육을 tissue paper안에 넣고 1500xg로 4분간 원심분리하고, 원심분리 후 남아 있는 수분을 70°C에서 하룻밤 건조하여 측정하였다.

전단력

전단력은 근섬유와 평행하게 시료를 약 1.25x2 cm로 자른 후 Instron(Model-1011, Sun Scientific Co., Japan)으로 측정하였고, 측정조건은 table speed 120 mm/min, chart speed 80 mm/sec, sample height 5 mm 그리고 load cell 1 kg이었다.

육색

육색은 Chromameter(CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도)값을 측정하였으며, 이때 색차계의 보정을 위해 Cielab Colour System(1976)을 사용하였다.

5) 통계 처리

본 실험에서 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 Student t-test(INSTAT, 2001 GraphPad Software, San Diego, CA)를 이용하였다.

결과 및 고찰

증체량 및 사료 효율, 생산지수, 육성률

복합효소를 첨가 급여한 시험구와 대조구의 최종 평균 체중은 Fig. 1(a)와 같다. 최종 평균체중은 대조구가 1.46  $\pm$  0.3 kg인데 비하여 복합효소를 0.3% 급여한 경우는 1.73  $\pm$  0.2 kg로 약 18.5% 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 Zuhair(1996)의 육계사료에 복합 효소제를 첨가하였을 때 증체량이 약 4.5% 정도로 유의하게 증가하였다고 보고한 것과 일치된 결과를 나타내었으며, 이것은 복합효소 첨가 급여에 의한 영양소 이용성 증가에 기인하는 것으로 사료되었다.

사료효율은 복합효소를 사료중에 급여한 시험구가 1.92  $\pm$  0.2로 대조구의 1.82  $\pm$  0.1에 비해 유의차는 없으나 약간 개선되는 것으로 나타났다. Steinfeldt(1998)는 육계에 복합효소를 첨가한 사료를 급여하면 증체량과 사료효율이 유의하게 개선되었다고 보고하였는데 본 실험의 결과는 이와 유사한 경향을 나타낸 것으로 고찰된다. Fig. 1(c)는 복합효소의 첨가 급여가 육계의 생산지수에 미치는 영향에 대해서 나타낸 것이다. 생산지수는 대조구가 200  $\pm$  3인데

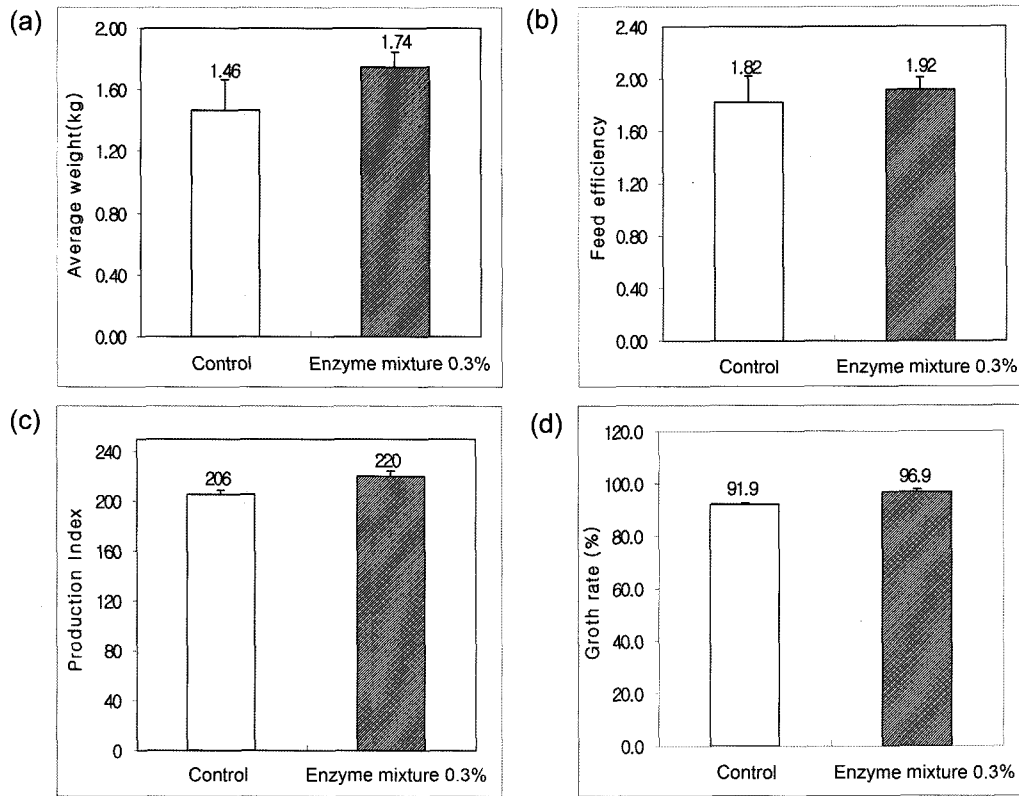


Fig. 1. The effects of dietary enzyme mixture fortified with  $\beta$ -glucanase activity on the body weight gain (a), feed efficiency (b), production index (c), and growth rate (d) of broiler chicks during experimental period. Values are mean $\pm$ SE (n=20).

Table 2. Composition and each enzyme activity of enzyme mixture

Enzyme	Enzyme activity (Unit*)
Glucoamylase	387.58
Xylanase	28,634.12
Phytase	0.42
Lipase	14.23
Cellulase	12,976.33
Protease	238.53
$\beta$ -Glucanase	9,793.19

\*Unit is defined as the conversion of 1 micromole of substrate per minute.

비하여 복합효소 시험구는 유의차는 없었으나 220 $\pm$ 4로 약 10% 증가되었다. 육성율은 Fig. 1(d)에 나타낸 것처럼, 복합효소를 급여함에 따라 대조구에 비해 7%나 증가되었고, 이것은 육성기간 중 폐사율 및 도태율이 감소에 효과가 있는 것으로 나타났다(data not shown). 따라서  $\beta$ -glucanase 활성을 강화한 복합 효소제를 육계 사료에 0.3% 첨가 급여한 결과, 증체량, 사료효율, 생산지수 및 육성율 등이 개선되는 효과를 나타내었다.

혈청 분석

$\beta$ -Glucanase 활성을 강화한 복합 효소제를 육계 사료에

0.3% 첨가 급여한 후 육계의 혈액을 채취하여 측정된 혈청 내 지질성분 및 glucose 농도를 Table 3에 나타냈다. 콜레스테롤 수치를 조사한 결과, HDL-cholesterol은 복합효소제 시험구(155.8 $\pm$ 5.3)가 대조구(132.0 $\pm$ 3.0)에 비해 약 16% 정도 유의하게 증가한 것으로 나타났다. HDL은 다른 조직에서 간으로 콜레스테롤을 운반하므로 HDL이 증가하면 혈관 등에서 콜레스테롤이 제거되므로 긍정적인 결과로 판단되었다. 이에 비하여 LDL-콜레스테롤은 복합 효소제를 첨가 급여한 시험구가 대조구에 비하여 약 10% 높았으나 유의차는 없었으며 정상범위에 해당하는 결과로 판단되었다.

또, LDH(lactate dehydrogenase) 활성은 복합 효소제를 급여한 시험구가 대조구에 비해 약 30.5% 유의하게 낮은 결과를 나타냈다. 또, glucose 수치는 복합 효소제의 시험구가 대조구보다 약 20.6% 유의하게 감소하여 세포내 glucose 이송이 증가하였을 가능성이 시사되었다. 전체적으로 복합효소제의 첨가로 LDL-콜레스테롤은 유의적인 차이는 없었지만 HDL-콜레스테롤은 증가폭이 크며 glucose의 세포내 incorporation 증가에 의한 증체량 증가와 무관하지는 않은 것으로 사료되었다.

ND, BD 항체 역가

뉴캐슬병(ND)과 전염성 F낭병(IBD)은 바이러스성 질병

**Table 3. Serum cholesterol, LDH and glucose concentration in broiler chicks fed each experimental diet**

Group	<sup>1)</sup> HDL-cholesterol	<sup>2)</sup> LDL-cholesterol	<sup>3)</sup> LDH	Glucose
Control	132.0±3.0 <sup>a</sup>	113.0±5.14	919.0±82.6 <sup>a</sup>	277.9±20.5 <sup>a</sup>
0.3% Enzyme mixture	155.8±5.3 <sup>b</sup>	122.0±6.41	704.8±30.1 <sup>b</sup>	230.5± 8.1 <sup>b</sup>

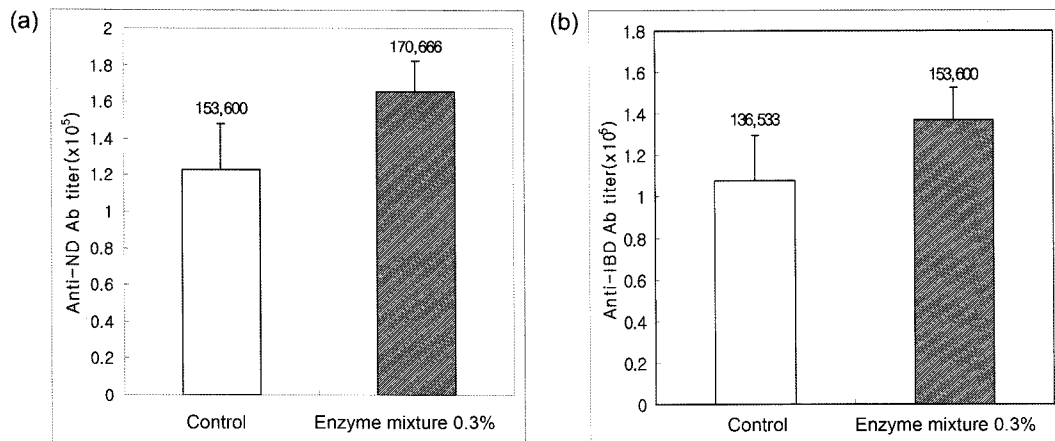
<sup>1)</sup>HDL-cholesterol: High density lipoprotein-cholesterol.

<sup>2)</sup>LDL-cholesterol: Low density lipoprotein-cholesterol.

<sup>3)</sup>LDH: Lactate dehydrogenase.

Values are mean±SE (n=20).

<sup>a,b</sup>Differ significantly ( $p<0.05$ ) between control group and 0.3% enzyme mixture treatment group.



**Fig. 2. The effects of dietary enzyme mixture fortified with  $\beta$ -glucanase activity on the antibody titer against the antigens of Newcastle disease (a) and Infectious Bursal disease (b) in broiler chicks' serum.** Values are mean±SE (n=20). Y axis shows the optical density measured with ELISA reader at 405 nm and upper numbers express the antibody titer data multiplied with dilution fold to the optical density.

으로 전염성이 강하고 폐사율이 높으며 거의 모든 조류에서 나타나는 전염병이다(Calnek, 1991; Schalk, 1931). 가끔에서는 백신으로 구강, 비강, 근육, 점안 및 피하 등에 접종하는 방법으로 그 항체 역가를 높여 발생을 낮추는 방법을 연구하여 왔다(Alexander, 1997).

Fig. 2에는 ND와 IBD 항원을 음용 투여하였을 때 육계 혈청에 생성된 ND와 IBD 항원에 대한 항체역가를 나타내었다.

Fig. 2(a)에 나타난 바와 같이 ND의 항체역가는 0.3% 복합효소제 시험구의 항체 역가가 170,666( $\times 10^5$ )으로 대조구의 항체 역가인 153,600( $\times 10^5$ )보다 높게 나타났다. 또, IBD의 항체역가도 복합효소제 시험구가 153,600( $\times 10^5$ )으로 대조구의 136,533( $\times 10^5$ )보다 높게 나타났다(Fig. 2(b)). 육계의 경우 백신에 의한 면역력이 충분히 생성되지 못하면, IBD에 의한 심각한 폐사가 발생하게 되는데, 복합효소의 급여가 체액성 면역력을 증가시키는 것으로 나타났다. 이로써 복합효소제의 첨가 급여는 ND, IBD의 항체생성을 자극하는 면역강화 효과가 있는 것으로 판단되며 기능성 사료첨가제 및 면역강화제로서의 이용성이 확인되었다.

**육질검사**

Table 4에는 대조구와 복합효소를 첨가한 시험구의 육

**Table 4. The effects of dietary enzyme mixture fortified with  $\beta$ -glucanase activity on meat quality in broiler chickens**

Items	Control	0.3% Enzyme mixture	
Meat color (breast)	L	50.94±0.97 <sup>a</sup>	47.01±0.46 <sup>ab</sup>
	a	2.33±0.41	1.25±0.22
	b	10.36±0.92	8.70±0.57
Meat color (thigh)	L	53.25±1.95	53.25±1.13
	a	7.38±1.22	5.75±1.19
	b	9.40±1.57	11.52±1.09
pH	Breast	6.25±0.06	6.56±0.04
	Thigh	6.85±0.06	6.73±0.05
Water holding capacity	Breast	60.25±1.39 <sup>b</sup>	71.87±5.04 <sup>a</sup>
	Thigh	62.67±3.41 <sup>b</sup>	78.70±3.99 <sup>a</sup>
Cooking loss	Breast	26.58±0.35 <sup>a</sup>	23.12±0.15 <sup>b</sup>
	Thigh	25.64±0.27 <sup>a</sup>	23.18± 0.14 <sup>b</sup>
Shear force	Breast	1.62±0.14	1.28±0.09
	Thigh	0.91±0.10	0.88±0.08

Meat color - L : lightness, a : redness, b : yellowness.

Values are mean±SE.

<sup>a,b</sup>Differ significantly ( $p<0.05$ ) between control group and 0.3% enzyme mixture treatment group.

계를 도살하여 측정된 도체의 pH 및 육색, 가열감량, 보수력, 전단력 등의 측정결과를 나타내었다. 도체의 pH는

가슴살 부위는 복합효소 시험구(6.56±0.04)가 대조구(6.25±0.06)보다 약간 높았다. 반면 다리살은 복합효소 시험구가 대조구보다 약간 낮은 경향을 나타냈다. 전반적으로는 도체의 pH는 부위별로 다르게 나타나 가슴살 보다는 다리살이 높은 것으로 나타났다. 육색의 밝기(L)는 다리살에 있어 복합효소 시험구와 대조구간의 차이가 없었으나, 가슴살은 복합효소 시험구가 대조구보다 약간 낮게 나타났다. 또, 적색도(a)는 가슴살과 다리살 모두 대조구보다 낮게 나타났다. 황색도(b)는 가슴살에 있어 복합효소 시험구가 대조구보다 반대로 높았다. 전체적으로 육색에는 복합효소 처리가 영향을 주지 않는 것으로 관찰되었다. 보수력은 가슴살과 다리살 부위( $p<0.05$ ) 모두 복합효소 시험구가 대조구보다 보수력이 증가하는 것으로 나타났다. 가열감량은 대조구보다 복합효소 시험구가 감소하는 것으로 나타났으며 특히 다리살 부위는 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ). 이는 복합효소의 작용에 의해 조직의 세포막이 강화되어 세포질액을 유지하는 기능이 개선되어 보수력이 좋아지는 것이 일부 원인으로도 관찰되며, 더욱 연구가 필요하다.

한편, 연도를 측정하는 전단력을 조사한 결과, 복합효소 시험구의 경우 대조구에 비해 가슴살 부위의 전단력이 낮아지는 경향을 나타내 근육조직이 연하여 지는 것으로 평가되었고 다리살 부위는 유의성은 없으나 복합효소를 첨가한 시험구가 낮은 경향을 나타냈다. 전반적으로 복합효소 시험구에 있어 보수력과 가열감량이 개선되는 것이 특징으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 복합효소를 0.3% 첨가 시험구가 대조구에 비해 생산지수에 관련된 모든 조사항목에서 높게 나타났고, 대체적으로 육질을 개선시키는 효과를 나타냈다. 이러한 효과는  $\beta$ -glucanase를 강화한 효소첨가로 인해 곡물의 이용성을 증진시켜 장내 이동속도의 촉진되어 영양소 이용성이 증가되었기 때문인 것으로 판단된다. Aastrup(1979)은 이러한 요인으로  $\beta$ -glucanase에 의하여  $\beta$ -glucan의 소수성 성질이 감소되기 때문이라고 설명한 바 있다. 또, 복합효소 급여로  $\beta$ -glucanase에 의해 면역기능이 강화된 것도 그 일부 원인이 되었을 것이라 생각되며, 이에 관한 추가적인 연구의 필요성이 제기된다.

결론적으로 복합효소를 육계에 급여할 경우 생산성과 육질이 개선되고 면역기능이 증진되어 항생제를 저감한 고품질의 육계생산에 도움이 될 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구에서는 Ross 208 종의 broiler 31,800수를 대조구와 복합 효소제 첨가구로 나누어 5주간에 걸쳐 대조구는 옥수수-대두박을 기초로 한 시판 육계사료를 급여하고, 시험구는  $\beta$ -glucanase를 강화한 복합 효소제를 0.3%

첨가 급여하여 생산성과 혈청성분과 육질에 미치는 영향을 조사하였다. 시험기간 동안의 각 시험구의 증체량 및 사료 효율, 생산지수, 육성율을 측정하였고 무작위로 각 시험구당 20수를 선발하여 혈청 콜레스테롤 및 glucose 농도를 측정하였다. 또 ND와 IBD 항원을 음용 투여한 브로일러의 ND와 IBD에 대한 항체역가를 조사하였으며, 육질 검사로 도체의 pH 및 육색, 가열감량, 보수력, 전단력을 측정하였다. 사육시험 결과, 0.3% 복합 효소제 시험구가 대조구에 비해 평균체중 19%, 생산지수 6.8%, 사료효율 5.5%, 육성율 5%의 증가를 나타내었다. 복합 효소제 시험구는 대조구보다 혈청내 HDL-콜레스테롤 양을 증가시키고 glucose의 양을 감소시켰다. 육계 혈청 내 ND 및 IBD 항원에 대한 항체역가도 복합 효소제 시험구가 대조구보다 높았다. 육질검사에 있어서는 복합 효소제 시험구가 대조구보다 육색과 전단력은 차이가 없었으나 보수력( $p<0.05$ )과 가열감량이 개선되는 결과를 나타내었다.

이상의 결과로부터  $\beta$ -glucanase 활성을 강화한 복합 효소제의 첨가 급여는, 육계의 생산성과 혈청성분과 면역기능과 육질을 개선시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 경기도 고품질친환경농축산물생산기술연구센터(GRRC)의 일부 지원을 받아서 수행된 과제로서 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Alexander, D. J. (1997) Diseases of poultry. Iowa state University Press, Ames, Iowa, USA. pp. 541-569.
- Aastrups. (1979) The effect of rain on  $\beta$ -glucan content in barely grain. *Carlsberg Res. Comm.* **44**, 381-393.
- Burnett, G. S. (1966) Studies of viscosity as the probable factor involved in the improvement of certain barely for chicken by enzyme supplementation. *Brit. Poult. Sci.* **7**, 55-75.
- Calnek, B. W., Barnes, H. J., Beard, C. W., and Reid, W. M. (1991) Diseases of poultry 9th ed., Iowa state University Press, Ames, Iowa, USA.
- Campbell, G. L., and Bedford, M. R. (1992) Enzyme applications for monogastric feeds: a review. *Can. J. Anim. Sci.* **72**, 449-466.
- Castellini, C. (2002) Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci.* **60**, 219-225.
- Chesson, A. (1987) Supplementary enzymes to improve the utilization of pig and poultry diets. In: Haresign, W. and Cole, D. J. A. (ed.), *Recent Advances in Animal Nutrition-1987*. Butterworths, London. pp.71-89.
- Chowdhury, S. D., Chowdhury, S. R., and Smith, T. K. (2004) Responses of broiler chickens to organic copper fed in the form of copper-methionine chelate. *Anim. Feed. Sci. Tech-*

- nol.* **115**, 281-293.
9. Cyril, H. W., Castellini, C., and Dal Bosco, A. (1996) Comparison of three cooking methods of rabbit meat. *Italian J. Food Sci.* **8**, 337-339.
  10. Hesselman, K. and Aman, P. (1986) The effect of  $\beta$ -glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chicken fed on barley of low or high viscosity. *Anim. Sci. Technol.* **15**, 83-93.
  11. Korkeala, H., Mäki-Petäis, O., Alanko, T., and Sorvettula, O. (1986) Determination of pH in meat. *Meat Sci.* **18**, 121-125.
  12. Kunin, C. M. (1993) Resistance to antimicrobial drugs : a worldwide calamity. *Ann. Intern. Med.* **118**, 557-561.
  13. Masood, H. J., Syed, M. I. A., Abida, N. H. Asifa, A., and Mohammad, I. (1977) Purification and characterization of lactate dehydrogenase from *Varanus* liver. *Exp. Mol. Med.* **29**, 25-30.
  14. Nakamura, M. and Katoh, K. (1985) Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. *Bull. Ishikawa Prefec. College Agric.* **11**, 45-49.
  15. Qureshi, A. A., Burger, W. C., Prentice, N., Bird, H. R., and Sunde, M. L. (1980) Suppression of cholesterol and stimulation of fatty acid biosynthesis in chicken livers by dietary cereal supplemented with culture filtrate of *Trichoderma viride*. *J. Nutr.* **110**, 1014-1022.
  16. Rotter, B. A., Nesar, M., Guenter, W., and Marquardt, R. R. (1989) Effect of enzymes supplementation on the nutritive value of hullless barley in chicken diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* **24**, 233-245.
  17. Schalk, A. F. and Hawn, M. C. (1931) An apparently new respiratory disease of baby chicks. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **78**, 413-422.
  18. Smith, H. (1975) The clinical use of antibiotics. *Ir. J. Med. Sci. Jun, Suppl*, pp. 5-9.
  19. Steinfeldt, S., Anette, M. J., and Fris, J. (1998) Enzyme supplementation of wheat-based diets for broilers: 1. Effect on growth performance and intestinal viscosity. *Anim. Feed Sci. Technol.* **75**, 27-43.
  20. Vanbelle, M. (1994) The legislation of animal feed additives in the EEC. *J. Pharm. Belg.* **49**, 339-349.
  21. Van Houweling, C. D. (1971) Antibiotics and drug resistance in animals. The food, drug, and cosmetic act, animal drugs, and the consumer. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* **182**, 411-415.
  22. White, W. B. (1981) An instrument suitable for viscosity determination of chick intestinal fluids. *Poultry Sci.* **60**, 1017-1021.
  23. Yoo, B. W., Choi, S. I., Kim, S. H., Yang, S. J., Koo, H. C., Seo, S. H., Park, B. K., Yoo, H. S., and Park, Y. H. (2001) Immunostimulatory effect of anionic alkali mineral complex solution Barodon in porcine lymphocytes. *J. Vet. Sci.* **2**, 15-24.
  24. Zuhair, AI B. (1996) The effect of pelleting on enzyme-supplemented barley based broiler diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* **58**, 283-288.

---

(2007. 6. 7. 접수/2007. 11. 20. 채택)