

## 조단백질 수준에 따른 갯벌 미생물 유래 단백질 분해 효소제의 급여가 육계의 생산성, 영양소 소화율 및 혈액 내 총 단백질과 혈중 요소태 질소 함량에 미치는 영향

김해진<sup>1</sup> · 조진호<sup>1</sup> · 진영걸<sup>1</sup> · 유종상<sup>1</sup> · 민병준<sup>1</sup> · 장정순<sup>2</sup> · 강경래<sup>3</sup> · 김인호<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>단국대학교 동물자원학과, <sup>2</sup>인하대학교 의과대학, <sup>3</sup>(주)코파벳

### Effects of Mud Flat Bacteria Origin Protease Supplementation by Crude Protein Level on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Total Protein and BUN Concentration in Broiler

H. J. Kim<sup>1</sup>, J. H. Cho<sup>1</sup>, Y. J. Chen<sup>1</sup>, J. S. Yoo<sup>1</sup>, B. J. Min<sup>1</sup>, J. S. Jang<sup>2</sup>, K. R. Kang<sup>3</sup> and I. H. Kim<sup>1,†</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Resource & Science, Dankook University, <sup>2</sup>Department of Medicine, Inha University, <sup>3</sup>Kofavet, Inc

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate the effects of mud flat bacteria origin protease supplementation by crude protein level on growth performance, nutrient digestibility, total protein and BUN (blood urea nitrogen) concentration in broilers. A total of four hundred eighty broilers were randomly allocated into four treatments with six replications for five weeks. Dietary treatments included 1) high crude protein diet, 2) high crude protein diet + 0.1% protease, 3) low crude protein diet and 4) low crude protein diet + 0.1% protease. During the entire experimental period, weight gain and feed/gain were improved in treatments of high crude protein diets and low crude protein diet added protease compared with treatment of low crude protein diet without protease ( $P<0.05$ ). Similarly, DM digestibility was also improved in treatments of high crude protein diets and low crude protein diet added protease compared with treatment of low crude protein diet without protease ( $P<0.05$ ). N digestibility was improved in treatment of high crude protein diet added protease compared with low crude protein diet without protease ( $P<0.05$ ). Total protein concentration in blood was increased in treatment of high crude protein diet without protease compared with other treatments ( $P<0.05$ ). In conclusion, mud flat origin protease was effective in improving weight gain, feed/gain and nutrient digestibility, and influenced blood total protein in broilers.

(Key words : mud flat bacteria origin protease, growth performance, nutrient digestibility, total protein, BUN)

## 서 론

우리나라 갯벌은 국토 면적의 3%에 해당하는 약 2,800 km<sup>2</sup>로 세계 5대 갯벌 지역의 하나로 알려져 있으며, 그중 83%인 2,320 km<sup>2</sup>가 서해안에 분포하고 있다(해양수산부, 1998). 갯벌 미생물에 관한 연구는 Zobell and Feltham(1942)이 조간대 퇴적물에서 미생물의 중요성을 언급한 이후 많이 수행되었으나, 국내에서는 아직 많은 연구가 진행되지 않고 있다. 일반적으로 해양 미생물은 저온성, 빈영양성, 친압성, 호염성 등 육상 미생물과 다른 특징을 가지고 있다(Herbert, 1992; Feller et al., 1996).

육계 사료 내 효소제를 첨가하는 목적은 사료 내 항영양 인자를 파괴하여 영양소의 이용률을 향상시키는데 있다.

Campbell and Bedford(1992)는 xylanase, phytase, amylase, protease, cellulase,  $\beta$ -glucanase와 같은 효소제를 첨가시 비전분성 탄수화물의 소화를 도와 사료 효율을 향상시키고 배설물을 감소시키는 효과를 가진다고 보고하였고, Hasting(1946)에 따르면 효소제를 조섬유 함량이 높은 양계 사료에 첨가하였을 때 성장률과 사료 효율이 향상되었다고 보고하였다. Berg(1959)는 육계 사료에 효소제를 첨가하였을 때 사료 효율이 향상되었다고 보고하였으며, Sebastian(1998)은 사료 내 phytase를 첨가시 인 이용성 향상과 함께 Ca, Mg, Fe 그리고 Cu의 이용성을 향상시킨다고 보고하였다. 뿐만 아니라, 육계 사료에  $\beta$ -glucanase 첨가 시험을 통해서 증체량 및 영양소 이용률 등의 개선된 효과가 보고되었다(Berg, 1959; Hesselman and Aman, 1986; Chesson, 1987; Yu et al, 1998). 현재까지

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : inhokim@dankook.ac.kr

cellulase와 복합 효소제에 대해서는 많은 연구가 진행되었지만, protease를 이용한 단일 효소제 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 깃털 미생물 유래 단백질 분해 효소제를 육계에 급여하였을 때 생산성, 영양소 소화율 및 혈액 내 총 단백질과 혈중 요소태 질소 함량에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 동물 및 시험 설계

본 시험은 2일령 Arbor Acres 육계(♂) 480수(개시시 평균 체중, 혹은 평균 개시 체중 44.22±1.90 g)를 공시하였고, 사양 시험은 전기 3주, 후기 2주로 나누어 총 5주간 실시하였다.

시험 설계는 1) high crude protein diet, 2) high crude protein diet + 0.1% Protease, 3) low crude protein diet 및 4) low crude protein diet + 0.1% Protease로 4개 처리(2×2 factorial)를 하여 처리당 6반복, 반복당 20수씩 완전 임의 배치하였다.

### 2. 시험 사료 및 사양 관리

시험 사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 전기 고단백질 사료의 대사 에너지는 3,082 kcal/kg, 조단백질 20.51%, Lysine 1.00%, Methionine+Cysteine 0.80%, Ca 0.90%, P 0.60%로 배합하였고, 저단백질 사료의 대사 에너지는 3,050 kcal/kg, 조단백질 18.49%, Lysine 0.95%, Methionine+Cysteine 0.78%, Ca 0.90%, P 0.60%로 배합하였다. 후기 고단백질 사료의 대사 에너지는 3,099 kcal/kg, 조단백질 19.51%, Lysine 0.95%, Methionine+Cysteine 0.74%, Ca 0.85%, P 0.55%로 배합하였고, 저단백질 사료의 대사 에너지는 3,069 kcal/kg, 조단백질 17.51%, Lysine 0.90%, Methionine+Cysteine 0.72%, Ca 0.85%, P 0.55%로 배합하였다(Table 1). 시험 사육실은 평사로 가로, 세로 1 m × 1 m 크기의 케이지 24개로 구성되었으며, 각각의 케이지에는 20수씩의 병아리가 배치되었다. 온도 및 점등 시간 등의 사양 관리는 본 대학의 사육 관리 지침에 따라 병아리의 일령에 적합하게 관리되었다.

### 3. 깃털 미생물 유래 단백질 분해 효소제의 추출 방법 및 첨가 형태

깃털 미생물인 *Bacillus* sp.의 배양액으로부터 조추출액(crude extraction)을 조제하였으며, 조추출액은 흡착제를 사용하여 흡착시켰다. 용출제를 사용하여 흡착된 것을 용출시켜 용출액으로 단백질 분해 효소제를 분리한 후, 용출액을 칼럼 크

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredient (%)	High crude protein diet		Low crude protein diet	
	Starter <sup>1</sup>	Finisher <sup>1</sup>	Starter <sup>1</sup>	Finisher <sup>1</sup>
Corn	50.255	50.686	55.501	55.365
Soybean meal	22.100	18.100	19.800	16.500
Wheat	15.000	18.000	15.000	18.000
Corn gluten meal	5.000	5.000	2.750	2.370
Rapeseed meal	2.000	3.000	2.000	3.000
Tallow	1.800	1.600	1.000	1.000
Dicalcium phosphate	1.550	1.290	1.570	1.320
Limestone	0.990	1.020	0.990	1.010
L-lysine	0.303	0.332	0.331	0.345
Salt	0.200	0.200	0.200	0.260
Sodium bicarbonate	0.200	0.200	0.200	0.200
DL-Methionine	0.187	0.147	0.243	0.205
Choline liquid	0.150	0.120	0.150	0.120
Mineral premix <sup>2</sup>	0.120	0.120	0.120	0.120
Vitamin premix <sup>3</sup>	0.070	0.060	0.070	0.060
Salinomycin	-	0.100	-	0.100
Clinacox	0.050	-	0.050	-
Avilamycin	0.025	0.025	0.025	0.025
Chemical composition <sup>4</sup>				
ME (kcal/kg)	3,082	3,099	3,050	3,069
Crude protein (%)	20.51	19.51	18.49	17.51
Lysine (%)	1.00	0.95	0.95	0.90
Methionine + Cysteine (%)	0.80	0.74	0.78	0.72
Calcium (%)	0.90	0.85	0.90	0.85
Total P (%)	0.60	0.55	0.60	0.55

<sup>1</sup> Starter diet, provided for 0~3 weeks; finisher diet, provided for 4~5 weeks.

<sup>2</sup> Provided per kg of diet: 37.5 mg Zn, 37.5 mg Mn, 37.5 mg Fe, 3.75 mg Cu, 0.83 mg I, 62.5 mg S and 0.23 mg Se.

<sup>3</sup> Provided per kg of diet: 15,000 IU vitamin A, 3,750 IU vitamin D<sub>3</sub>, 37.5 mg vitamin E, 2.55 mg vitamin K<sub>3</sub>, 3 mg vitamin B<sub>1</sub>, 7.5 mg vitamin B<sub>2</sub>, 4.5 mg vitamin B<sub>6</sub>, 24 mg vitamin B<sub>12</sub>, 51 mg niacin, 1.5 mg folic acid, 126 mg biotin and 13.5 mg pantothenic acid.

<sup>4</sup> Calculated values.

로마토그래피를 사용하여 정제하였다(장정순 등, 2001, 2004).

본 시험에 사용한 효소제의 역가는  $1.0 \times 10^8$  CFU(colony forming unit)/g이었으며, 시험 사료 내 0.1% 첨가하였다.

#### 4. 조사 항목

##### 1) 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율

증체량은 시험 개시시, 3주 후 그리고 종료시에 각각 측정하였다. 사료 섭취량은 체중 측정시 사료 급여량에서 잔량을 제하여 구하였고, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

##### 2) 영양소 소화율

영양소 소화율을 측정하기 위하여 사양 시험 종료 7일전에 대사 케이지에 시험구별로 각 10수씩 총 40수를 공시하여 변화된 환경에 적응시키기 위하여 예비 기간을 3일간 두었으며, 채취한 분 60 °C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후, 분쇄하여 분석에 이용하였다. 사료의 일반 성분과 화학 분석은 AOAC(1995)에 의해 분석하였다.

##### 3) 혈액 내 총 단백질과 혈중 요소태 질소 함량

혈액 채취는 사양 시험 종료시에 처리당 임의로 10수씩을 선발하여 익정맥에서 vacuum tube(Becton Dickinson Vacutainer Systems, Franklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액을 채취하여 4 °C에서 2,000 ×g로 30분간 원심분리하여 얻은 혈청을 자동생화학 분석기(HITACHI 747, Japan)를 이용하여 혈액 내 총 단백질과 혈중 요소태 질소 함량을 조사하였다.

#### 5. 통계 처리

모든 자료는 SAS(1996)의 General Linear Model procedure를 이용하여 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였고, 또한 ANOVA 방법을 사용하여 분석하였으며, 처리간의 평균을 orthogonal contrast를 이용하여 1) high crude protein diet vs low crude protein diet(nutrient effect)와 2) -protease vs +protease(protease effect)로 분리하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 생산성

육계에 있어 조단백질 수준에 따른 깃털 미생물 유래 단

백질 분해 효소제의 급여가 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 0~3주간, 증체량은 고단백질 사료를 급여한 처리구가 저영양소 사료를 급여한 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 사료 섭취량에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 사료 요구율에서는 저단백질 사료를 급여한 처리구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 4~5주간, 증체량은 고단백질 사료를 급여한 처리구 및 protease를 첨가한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ), 고단백질 사료를 급여한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구들과 비교하여 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ), protease를 첨가한 처리구들이 protease를 첨가하지 않은 처리구들과 비교하여 높게 나타났고( $P < 0.05$ ). 사료 섭취량에서는 고단백질 사료를 급여한 처리구와 저단백질 사료에 protease를 첨가한 처리구가 저단백질 사료를 급여한 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났으나( $P < 0.05$ ), 단백질 수준과 protease의 첨가 수준에 대한 효과는 나타나지 않았다. 사료 요구율에서는 저단백질 사료를 급여한 처리구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ), 고단백질 사료를 급여한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구들과 비교하여 낮게 나타났으며( $P < 0.05$ ), protease를 첨가한 처리구들이 protease를 첨가하지 않은 처리구들과 비교하여 낮게 나타났고( $P < 0.05$ ). 전체 사양 시험 기간 동안, 증체량은 고단백질 사료를 급여한 처리구 및 protease를 첨가한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ), 고단백질 사료를 급여한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구들과 비교하여 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ), protease를 첨가한 처리구들이 protease를 첨가하지 않은 처리구들과 비교하여 높게 나타났고( $P < 0.05$ ). 사료 섭취량에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 사료 요구율에서는 저단백질 사료를 급여한 처리구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ), 고단백질 사료를 급여한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구들과 비교하여 낮게 나타났으며( $P < 0.05$ ), protease를 첨가한 처리구들이 protease를 첨가하지 않은 처리구들과 비교하여 낮게 나타났고( $P < 0.05$ ).

Adams et al.(1964)은 육계 사료 내 에너지나 단백질 수준이 증가할수록 증체율은 향상되고 사료 요구율은 개선되었다고 보고하였고, 또한 Hargis and Creger(1980)는 단백질과 에너지 수준이 육계에 생산성에 미치는 효과에 대한 시험에서 에너지와 단백질 수준이 증가할수록 성장률과 사료 효율

**Table 2.** Effect of mud flat bacteria origin protease supplementation by crude protein level on growth performance in broilers

Item	High <sup>1</sup>		Low <sup>1</sup>		SE <sup>2</sup>	Probability <sup>3</sup>	
	- Protease	+ Protease	- Protease	+ Protease		Crude protein	Protease
0~3 weeks							
Weight gain (g)	676.53 <sup>a</sup>	662.36 <sup>ab</sup>	631.37 <sup>b</sup>	666.09 <sup>ab</sup>	11.92	0.1028	0.4026
Feed intake (g)	952.33	934.17	951.84	929.83	11.19	0.8321	0.0927
Feed/Gain	1.41 <sup>b</sup>	1.41 <sup>b</sup>	1.51 <sup>a</sup>	1.40 <sup>b</sup>	0.03	0.1274	0.0621
4~5 weeks							
Weight gain (g)	875.00 <sup>a</sup>	887.35 <sup>a</sup>	771.53 <sup>b</sup>	855.72 <sup>a</sup>	21.35	0.0064	0.0390
Feed intake (g)	1626.42 <sup>a</sup>	1604.25 <sup>ab</sup>	1583.08 <sup>b</sup>	1632.92 <sup>a</sup>	12.07	0.5525	0.2696
Feed/Gain	1.86 <sup>b</sup>	1.81 <sup>b</sup>	2.05 <sup>a</sup>	1.91 <sup>b</sup>	0.04	0.0040	0.0467
0~5 weeks							
Weight gain (g)	1551.53 <sup>a</sup>	1549.71 <sup>a</sup>	1402.90 <sup>b</sup>	1521.81 <sup>a</sup>	22.37	0.0013	0.0194
Feed intake (g)	2578.75	2538.42	2534.92	2562.75	18.51	0.6062	0.7401
Feed/Gain	1.66 <sup>b</sup>	1.64 <sup>b</sup>	1.81 <sup>a</sup>	1.68 <sup>b</sup>	0.02	0.0008	0.0070

<sup>1</sup> Abbreviations: High, high crude protein diet; Low, low crude protein diet; - protease, added no 0.1% protease; + protease, added 0.1% protease.

<sup>2</sup> Pooled standard error.

<sup>3</sup> Probability of contrast: 1) high crude protein diet vs low crude protein diet; 2) - protease vs + protease.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

은 초기(0~14일)에는 다소 불리하였으나, 후기(28~49일)에는 개선되었다고 보고하였다. Collier and Hardy(1986)는 영양 수준이 높은 사료와 낮은 육계 사료에 자연 protease를 급여하였을 때 효소 첨가 효과는 두 가지 수준의 사료에서 모두 나타났으며, 영양 수준이 낮은 사료에서 효소제 첨가 효과가 크게 나타났다고 보고하였다. 본 시험에서도 증체량과 사료 요구율에서 전기 0~3주 동안 단백질 수준과 Protease 첨가 유무에 대한 효과는 없었으나, 후기 3~5주 동안에서 단백질 수준과 Protease 첨가 유무에 대한 효과를 보여 앞선 연구 결과와 유사하였다.

## 2. 영양소 소화율

육계에 있어 조단백질 수준에 따른 개별 미생물 유래 단백질 분해 효소제의 급여가 영양소 소화율에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 건물 소화율은 고단백질 사료를 급여한 처리구 및 protease를 첨가한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ), 고단백질 사료를 급여한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구들과 비교하여 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ),

protease를 첨가한 처리구들이 protease를 첨가하지 않은 처리구들과 비교하여 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 질소 소화율에서는 고단백질 사료에 protease를 첨가한 처리구가 저단백질 사료를 급여한 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ), 고단백질 사료를 급여한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구들과 비교하여 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ), protease를 첨가한 처리구들이 protease를 첨가하지 않은 처리구들과 비교하여 높게 나타났다( $P < 0.05$ ).

Brown과 McCartney(1982)은 육계 사료 내 에너지와 단백질 수준이 증가시켰을 때 영양소 소화율이 향상되었다고 하였다. 본 시험에서도 단백질 수준이 증가할수록 건물과 조단백질 소화율이 향상되어 유사한 결과를 나타내었다. 또한, 단백질 분해효소제는 영양소 이용률을 향상시킨다는 Lewis et al.(1955)의 보고와도 유사한 결과를 나타내었다.

## 3. 혈액 내 총 단백질과 혈중 요소태 질소 함량

육계에 있어 조단백질 수준에 따른 개별 미생물 유래 단백질 분해 효소제의 급여가 혈액 내 총 단백질과 혈중 요소태질소 함량에 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. 혈액

**Table 3.** Effect of mud flat bacteria origin protease supplementation by crude protein level on nutrient digestibility in broilers

Item (%)	High <sup>1</sup>		Low <sup>1</sup>		SE <sup>2</sup>	Probability <sup>3</sup>	
	- Protease	+ Protease	- Protease	+ Protease		Crude protein	Protease
DM	71.69 <sup>a</sup>	72.68 <sup>a</sup>	70.32 <sup>b</sup>	71.83 <sup>a</sup>	0.41	0.0233	0.0135
N	67.35 <sup>ab</sup>	69.81 <sup>a</sup>	65.94 <sup>b</sup>	67.08 <sup>ab</sup>	0.91	0.0481	0.0791

<sup>1</sup> Abbreviations: High, high crude protein diet; Low, low crude protein diet; - protease, added no 0.1% protease; + protease, added 0.1% protease.

<sup>2</sup> Pooled standard error.

<sup>3</sup> Probability of contrast: 1) high crude protein diet vs low crude protein diet; 2) - protease vs + protease.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

**Table 4.** Effect of mud flat bacteria origin protease supplementation by crude protein level on total protein and BUN concentration of blood in broilers

Item	High <sup>1</sup>		Low <sup>1</sup>		SE <sup>2</sup>	Probability <sup>3</sup>	
	- Protease	+ Protease	- Protease	+ Protease		Crude protein	Protease
Total protein (g/dL)	3.68 <sup>a</sup>	2.93 <sup>b</sup>	3.05 <sup>b</sup>	2.91 <sup>b</sup>	0.14	0.0248	0.0031
BUN (mg/dL)	1.74	1.86	1.88	1.67	0.16	0.8757	0.7783

<sup>1</sup> Abbreviations: High, high crude protein diet; Low, low crude protein diet; - protease, added no 0.1% protease; + protease, added 0.1% protease.

<sup>2</sup> Pooled standard error.

<sup>3</sup> Probability of contrast: 1) high crude protein diet vs low crude protein diet; 2) - protease vs + protease.

<sup>ab</sup> Means in the same row with different superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

내 total protein 함량은 고단백질 사료를 급여한 처리구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ), 고단백질 사료를 급여한 처리구들이 저단백질 사료를 급여한 처리구들과 비교하여 높게 나타났으며( $P < 0.05$ ), protease를 첨가하지 않은 처리구들이 protease를 첨가한 처리구와 비교하여 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 혈액 내 BUN 함량은 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

박재홍 등(2002)은 육계 사료 내 protease의 수준별 급여시 혈중 단백질 함량은 protease 급여구가 대조구에 비하여 감소하였다고 보고하였다. 본 시험에서도 단백질 분해 효소제를 급여한 처리구에서 혈액 내 총 단백질 함량이 유의적으로 감소하여 유사한 결과를 나타내었다.

## 적 요

본 연구는 육계 사료 내 조단백질 수준에 따른 깃털 미생물 유래 단백질 분해효소제를 첨가하였을 때 생산성, 영양소

소화율 및 혈액 내 total protein과 BUN 함량에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 사양 시험은 2일령 Arbor Acres 육계(♂) 480수를 공시하여 5주간 실시하였다. 시험 설계는 기초 사료 내 조단백질 함량과 효소제의 첨가 유무에 따라 high crude protein diet 처리구, high crude protein diet에 단백질 분해 효소제를 첨가한 처리구(high crude protein diet+0.1% protease), low crude protein diet 처리구 및 low crude protein diet에 단백질 분해 효소제를 첨가한 처리구(low crude protein diet+0.1% protease)로 4처리(2×2 factorial)를 하여 처리당 6반씩, 반복당 20수씩 완전 임의 배치하였다. 전체 사양 시험 기간 동안, 증체량은 high crude protein diet 처리구들과 low crude protein diet에 단백질 분해 효소제를 첨가한 처리구가 low crude protein diet 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P < 0.05$ ). 사료 섭취량에서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 사료 요구율에서는 high crude protein diet 처리구들과 low crude protein diet에 단백질 분해 효소제를 첨가한 처리구가 low crude protein diet 처리구와 비교하여 유의적으로 낮게 나타났고( $P < 0.05$ ). 또한, 건물 소화율은

high crude protein diet 처리구들과 low crude protein diet에 단백질 분해효소제를 첨가한 처리구가 low crude protein diet 처리구와 비교하여 유의적으로 높게 나타났고( $P<0.05$ ), 질소 소화율에서는 high crude protein diet에 단백질 분해 효소제를 첨가한 처리구가 low crude protein diet 처리구와 비교하여 유의적으로 증가하였다( $P<0.05$ ). 혈액 내 total protein 함량은 high crude protein diet 처리구가 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 증가하였고( $P<0.05$ ), BUN 함량은 처리구들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 결론적으로, 육계 사료 내 조단백질 수준에 따른 갯벌 미생물 유래 단백질 분해효소제의 첨가는 중체량, 사료 요구율, 영양소 소화율을 개선시켰고, 혈액 내 total protein 함량에 영향을 미쳤다.

(색인어 : 갯벌 미생물 유래 단백질 분해 효소제, 생산성, 영양소 소화율, total protein, BUN)

## 인용문헌

- Adams RL, Andrews FN, Rogler JC 1964 The effects of environmental temperature on the protein requirement and response to energy in slow and fast growing chicks. *Poultry Sci* 43:1298.
- AOAC 1994 Official Methods of Analysis(16th Ed.). Association of official Analytical Chemists. Washington DC.
- Berg LR 1959 Enzyme supplementation of barley diets for laying hens. *Poultry Sci* 8:11-32.
- Brown HB, McCartney MG 1982 Effects of dietary energy and protein and feeding time on broiler performance. *Poultry Sci* 61:304-310.
- Campbell GL, Bedford MR 1992 Enzyme applications for monogastric feeds: A review. *Can J Anim Sci* 72:449-466.
- Chesson A 1987 Supplementary enzyme to improve the utilization of pig and poultry diet. In: W. Haresign and D. J. A. Cole(Editors). *Recent Advances in America Nutrition-1987* London pp:71-89.
- Collier B, Hardy B 1986 The use of enzymes in pigs and poultry feeds. Part 2. *Feed Compounder*. April, 28.
- Duncan DB 1955 Mutiple range and mutiple F test. *Biometrics* 11:1.
- Feller G, Narinx E, Arpigny JL, Aittaleb M, Baise E, Genicot S, Gerday C 1996 Enzymes from psychrophilic organisms. *FEMS Microbiol* 18:189-202.
- Hargis PH, Creger CR 1980 Effects of varing dietary protein and energy levels on growth rate and body fat of broiler. *Poultry Sci* 59:1499-1504.
- Hasting WH 1946 Enzyme supplements to poultry feeds. *Poultry Sci* 37:372-375.
- Herbert RA 1992 The perspective on the biotechnological potential of extremophiles. *Trends Biotechnol* 10:395-402.
- Hesselman K, Aman P 1986 The effect of  $\beta$ -glucanase on the utilization of starch and nitrogen by broiler chickens fed on poultry nutrition: A review. *World's Poultry Sci J*. 54:27-47.
- Lewis CJ, Crttrton DV, Liu GH, Speer VC, Ashtton GC 1955 Enzyme supplementation of baby pig diets. *J Agr & Food Chem* 3:1047.
- SAS 1996 SAS user guide. release 6.12 edition. SAS Inst Inc Cary NC. USA.
- Sebastian S, Touchburn SP, Chavez ER 1998 Implication of phytic acid and supplemental microbial phytase in poultry feeds. *Proc Symp NAS Washington DC USA*.
- Yu Bi, Jenn-Chung Hsu, Peter WS Chiou 1997 Effects of  $\beta$ -glucanase supplementation of barley diets on growth performance of broilers. *Animal Feed Sci Tech* 70:353-361.
- Zobell LE, Feltham CB 1942 The bacterial flora of marine mud-flat as an ecological factor. *Eology* 23:69-77.
- 박재홍 류경선 나종삼 김종승 류경선 2002 Protease의 수준 별 급여가 육계의 생산성, 혈액의 정상, 장기 무게 및 단백질 소화율에 미치는 영향. *한국가금학회 제 19차 정기 총회 및 학술발표회* pp:122-123.
- 장정순 주한승 백승렬 김종욱 류경희 김경미 2001 갯지렁이로부터 분리한 신규한 프로테아제. *특허 공보 제9788호*.
- 장정순 주한승 Kumar CG 2004 고효성의 알칼리성 단백질 분해효소를 대량 생산하는 바실러스 속 I-52, 특허등록번호 제 046582호.
- 해양수산부 1998 우리 나라의 갯벌. pp3-7.