

## *Aspergillus oryzae* 배양물이 육계의 생산성, 분변의 미생물 성장 및 암모니아 가스 발생량에 미치는 영향

손지혁<sup>1,\*</sup> · 조인경<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서울우유 품질관리팀, <sup>2</sup>남부대학교 식품영양학과

### Effect of Dietary Supplementation of *Aspergillus oryzae* Ferment on Growth Performance of Broiler Chicks and Microbial Population and Fecal Ammonia Production

J. H. Son<sup>1,\*</sup> and I. K. Cho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Seoul Dairy CO-OP / Geochang Plant, Quality Assurance Team, 500 Gyeongsangnam-do, 670-801, Republic of Korea, <sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, Nambu University, Gwangsangu, Gwangju 506-824, Republic of Korea

**ABSTRACT** Current study was conducted to identify the effects of dietary supplementation of *Aspergillus oryzae* ferments (AOF) cultured under normal (NAOF) or nitrogen-deficient (NMAOF) environment on feed efficiency, nutrient digestibility for broiler chicks. Fecal microbes and ammonia gas production were also determined. A total of 168 male Avian chicks, 2-wk-old, were randomly assigned into 56 cages, three chicks per cage. There were seven treatments (Control, NAOF 0.05, 0.1, 0.5%, NMAOF 0.05, 0.1, 0.5%), with 8 replicates (cages) per treatment. There was no significant difference in nutrient digestibility between two AOF groups, but the digestibility was greatly ( $p < 0.05$ ) improved by AOF supplementation. Total microbial account significantly ( $p < 0.05$ ) differed between the treatment groups with the highest number for NNAOF, followed by NAOF and control. In the case of *Escherichia coli* and *Salmonella*, the AOF supplementation significantly ( $p < 0.05$ ) reduced their numbers in feces, with a particular reduction in NNAOF group. Levels of ammonia gas generation were in order of control > NAOF > NNAOF. The current data implied that AOF supplementation, particularly grown under nitrogen-deficient environment, would be a feasible way to improve feed efficiency for broiler production, as well as to reduce environmental cost. However, further studies remain for industrial application.

(Key words : broiler, *Aspergillus oryzae*, feed efficiency, *Escherichia coli*, *Salmonella*, ammonia gas)

## 서 론

육계에서 2주령 이전의 어린 시기에 항생제를 사료에 첨가·급여는 증체 및 질병 예방에 효과적으로 작용한다(고용균과 윤병주, 1999). 즉, 성계로 성장이 완성되기 이전의 어린 시기에 항생제 급여는 체내 병원성 세균 등을 죽이고, 면역 작용을 강화하기 때문인 것으로 판단된다. 반추 동물에서 첨가 효과가 인정되어온 *Aspergillus oryzae*는 증체, 영양소 소화율 개선, 착유기의 산유량 및 유지율 개선, 하절기의 체온 저하, 반추위 미생물의 성장 변화 등 다양하게 보고되어 왔지만 (Nisbet and Martin, 1993; Wiedmeier et al., 1987; Owen and Appleman, 1971; Gomez-Alarcon et al., 1991; Hig-

ginbotham 등, 1993), 가금류에서는 *Aspergillus oryzae*의 급여 효과에 대한 연구는 반추 동물에 비하여 상대적으로 빈약하다. 즉, 가금류에서는 복합 생균제 형태 혹은 효모제와 혼합하여 *Aspergillus oryzae*의 첨가 효과가 연구되고 있는 실정이다(Tortuero, 1973; 김인호와 김춘수, 1988; Mohan et al., 1996; 고용균, 1998).

그러므로 본 연구는 질소원 결핍 배지에서 배양되어 *in vitro* 실험상에서 항균 활력이 있는 것으로 증명된 *Aspergillus oryzae* 배양물을 질소원 공급 배지와 비교하여 육계의 증체, 사료 섭취량, 영양소 이용율, 유해 가스 생산 및 분내 미생물 균총 변화 등에 미치는 영향을 조사하기 위하여 시행하였다.

\* To whom correspondence should be addressed : sontoly33@seoulmilk.co.kr

## 재료 및 방법

### 1. 공시축 및 시험 설계

공시 동물은 약 45 g(2일령)의 Avian 중 육계 168수(7처리 8반복으로 반복당 3수)를 이용하였으며, 직립 철제 케이지에 3수씩 수용하여 6주간의 사양 시험을 실시하였다. 급수는 니플을 통하여 자유롭게 음수하도록 하고, 24시간 동안 연속 점등하여 관리하였으며, 계사 내 온도는 1~2주령에는 34±1, 3~4주령에는 24±1, 5~6주령에는 21±1℃, 습도는 50~60%로 유지하였다. 소화 시험은 사양 시험이 끝난 후 수컷 28수를 선별하여 인공 항문을 장착하고 대사 케이지로 옮긴 후 5일간의 사료 적응 기간 후 5일간 실시하였다.

항균 활력을 지니는 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물이 *in vivo* 실험상 육계의 생산성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 시험 사료를 대조구로 사용하고, 질소원 공급 배지와 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물을 부형제화하여 처리구로서 각각 0.05, 0.1, 0.5%씩 첨가하여, 전체 7개 처리구에 급여하였다. 시험구는 각각 대조구 (Control-basal diet), 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 0.05, 0.1, 0.5%, 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 0.05, 0.1, 0.5%이었다.

### 2. 시험 사료

본 시험에 이용된 기초 사료는 Table 1에 나타난 바와 같이 육계 전기 및 육계 후기 사료를 가루로 배합하였으며, Fermentor (호기성 발효기)를 이용하여 배양된 *Aspergillus oryzae* 배양물의 CFU가  $1.0 \times 10^8$  /kg이 되도록 건조 및 부형제화하여 첨가하였다(Table 1).

### 3. 조사 항목

사료 섭취량, 증체량 및 사료 요구율은 시험 기간 중 체중은 개시일을 시점으로 매주 월요일 오전 10시에 측정하였고, 체중 측정 직전 3시간 정도의 절식 시간을 두었다. 사료 섭취량은 체중 측정과 함께 사료 잔량을 측정하여 사료 급여량에서 제하여 계산하였으며, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

영양소의 소화율을 조사하기 위해 인공 항문을 장착한 28수의 육계에서 사료 적응 기간이 끝나고 시험 사료를 급여 후 2일부터 하루에 2번씩 5일간 분을 채취하고, 이를 70℃항온 건조기에서 3일간 건조시킨 후 분쇄기를 이용하여 고온 입자로 분쇄한 후 분석 시료로 사용하였다. 시험 사료와 분은 AOAC법(1995)에 준하여 일반 성분을 분석하였다.

**Table 1.** The formula and chemical composition of basal diet fed the broiler chicks

Ingredients	Starter	Finisher
	(1~2 wk)	(3~6 wk)
	----- % -----	
Corn grain	57.56	61.95
Soybean meal	27.32	27.50
Corn gluten meal	7.82	4.00
Soybean oil	3.00	3.30
Limestone	2.05	1.50
Calcium phosphate	1.20	1.20
Methionine	0.20	0.20
L-lysine	0.10	0.05
Vitamin <sup>1</sup> and mineral mixture <sup>2</sup>	0.50	0.05
Salt	0.25	0.25
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Chemical composition<sup>3</sup>(DM basis)</b>		
Dry matter	87.82	89.15
Crude protein	22.00	22.00
Ether extract	6.54	6.60
Crude fiber	2.46	2.73
Crude ash	6.10	6.24
Me(kcal/kg)	3,100	3,100

<sup>1</sup> Vitamin mixture provides the mg per kg of diet : Vitamin A, 12,300 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 2,500 IU; vitamin E, 20 IU; riboflavin, 5.6 mg; pyridoxine, 1.6 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 14 mg; niacin, 30 mg; pantothenic acid, 12 mg; folic acid, 1.0 mg; biotin, 0.12 mg.

<sup>2</sup> Mineral mixture provides the mg per kg of diet : Mn, 80 mg; Zn, 60 mg; Fe, 40 mg; Cu, 4.5 mg; Co, 1.0 mg; I, 0.5 mg; Se, 0.15 mg.

<sup>3</sup> Calculated values.

분변의 미생물 성장 조사는 *Aspergillus oryzae* 배양물을 섭취한 육계의 분변 내 미생물 수를 측정하기 위하여 표준 평판 배양법에 준하여 실시하였다. 미생물 수의 변화를 측정하기 위하여 소화 시험 기간 중 적응 사료를 먹어서 나온 분과 마지막 날에 나온 분을 비교함으로써 성장을 조사하였다. 분변 내 미생물 수 측정을 위해 1 g 씩 취한 분을 0.1% 희석수(펩톤)에 십진 희석하여 총 균수는 TSA(Trypic soy agar)

배지, *Salmonella*는 SS 배지, *E. coli*는 MacConkey agar 배지에 접종하여 평판 도말 후 배양하여 colony를 counting하여 균수로 하였다.

계사 및 환경오염의 원인으로 알려진 암모니아 가스(NH<sub>3</sub> gas) 발생량의 변화를 조사하기 위하여 동일한 시간 동안 배설한 분을 개체별로 40 g씩 정량하여 플라스틱 bottle에 가스가 유출되지 않도록 sealing하여 계사 내에서 5일 동안 발효시킨 것을 매일 정해진 시간에 가스 포집기(Gastec GV-100, Japan)를 이용하여 가스 검침 내로 100 mL 흡인한 후 검침에 나타난 수치를 측정하였다.

본 시험에서 얻어진 시험 결과들은 SAS(Statistical Analysis System, Ver 6.12 edition USA, 2001)를 이용하여 시행되었으며, 처리 간 유의성은 Duncan's Multiple range test(1995)로 비교 검증하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 사료 섭취량, 증체량 및 사료 요구율

육계 사료 내 *Aspergillus oryzae* 배양물 첨가가 성장 단계별로 사료 섭취량, 증체량 및 사료 요구율에 미치는 영향은 Table 2, Table3에 나타내었다. 성장 초기인 2주령까지 *Aspergillus oryzae* 배양물 첨가 급여 양상을 보면, 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물의 처리구보다 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구의 공시계의 최종 체중과 증체량이 보다 유의하게 높았으며, 또한 두 처리구 모두 대조구(basal diet)와 비교하여 유의하게 증가하였다. 그리고 *Aspergillus oryzae* 첨가 급여 수준에 비례하여 공시계의 최종 체중과 증체량은 유의하게 증가하였다. 한편, 질소원 결핍 배지에서 자란 배양물과 *Aspergillus oryzae* 첨가 수준의 상호 작용에 의한 체중 변화에 대한 영향은 없었다.

*Aspergillus oryzae* 배양물 첨가 급여 2~4주 사이에서는 개시 체중은 0~2주 사이에서 관찰된 결과와 유사하게 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 대조구(basal diet)순으로 유의하게 높았다. 그러나, 최종 체중과 증체량은 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 대조구(basal diet)순으로 유의하게 높았다. 사료 섭취량도 마찬가지로 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 대조구 순으로 유의

하게 높았다. 반면에 사료 요구율은 질소원 결핍 처리에 의한 영향은 없었다. *Aspergillus oryzae* 첨가구의 개시 및 최종 체중, 증체량 및 사료 섭취량은 무첨가구인 대조구(basal diet)와 비교하여 유의하게 높았으며, 0.5% 첨가구에서 가장 높았다. 반면에 사료 요구율은 *Aspergillus oryzae* 첨가수준에 의한 영향은 없었다. 그리고, 질소원 결핍과 *Aspergillus oryzae* 첨가 수준의 상호 작용에 의한 체중 변화, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 대한 영향은 없었다.

*Aspergillus oryzae* 첨가 급여 4~6주 사이에서는 개시 및 최종 체중은 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae*

**Table 2.** Effect of *Aspergillus oryzae* ferments grown under nitrogen-deficient environment on animal performance during different growth stages

Treatments(%)	Initial weight (g/chick)	Final weight (g/chick)	Weight gain (g/chick)	Average daily gain (g/chick)
0~2 wk				
Control	45.00	186.50 <sup>c</sup>	141.50 <sup>c</sup>	10.11 <sup>c</sup>
Normal	0.05	213.42 <sup>a</sup>	168.42 <sup>a</sup>	12.03 <sup>a</sup>
	0.10	214.25 <sup>a</sup>	169.25 <sup>a</sup>	12.09 <sup>a</sup>
	0.50	216.25 <sup>a</sup>	171.25 <sup>a</sup>	12.23 <sup>a</sup>
Stress	0.05	203.67 <sup>b</sup>	158.67 <sup>b</sup>	11.33 <sup>b</sup>
	0.10	210.25 <sup>ab</sup>	165.25 <sup>ab</sup>	11.81 <sup>ab</sup>
	0.50	209.75 <sup>ab</sup>	164.75 <sup>ab</sup>	11.77 <sup>ab</sup>
SEM	—	4.4859	4.4858	0.3205
Effect (p value)				
N stress	—	0.0039	0.0037	0.0039
AO level	—	<0.0001	<0.0001	<0.0001
N × level	—	0.1971	0.1968	0.1954
3~4 wk				
Control	186.50 <sup>c</sup>	676.17 <sup>b</sup>	489.67 <sup>c</sup>	34.98 <sup>c</sup>
Normal	0.05	213.42 <sup>a</sup>	764.42 <sup>a</sup>	551.00 <sup>abc</sup>
	0.10	214.25 <sup>a</sup>	747.42 <sup>a</sup>	533.17 <sup>bc</sup>
	0.50	216.25 <sup>a</sup>	767.75 <sup>a</sup>	551.50 <sup>abc</sup>
Stress	0.05	203.67 <sup>b</sup>	798.58 <sup>a</sup>	594.92 <sup>ab</sup>
	0.10	210.25 <sup>ab</sup>	792.50 <sup>a</sup>	582.25 <sup>ab</sup>
	0.50	209.75 <sup>ab</sup>	817.92 <sup>a</sup>	608.17 <sup>a</sup>

**Table 2.** Continued

Treatments(%)	Initial weight (g/chick)	Final weight (g/chick)	Weight gain (g/chick)	Average daily gain (g/chick)
SEM	7.5263	65.2807	62.6899	4.4771
Effect ( <i>p</i> value)				
N stress	0.0094	0.0523	0.0204	0.0204
AO level	<0.0001	<0.0001	0.0005	0.0005
N × level	0.3197	0.6985	0.5794	0.5794
5~6 wk				
Control	676.17 <sup>b</sup>	1575.38 <sup>c</sup>	899.21 <sup>a</sup>	64.23 <sup>b</sup>
Normal 0.05	764.42 <sup>a</sup>	1696.42 <sup>ab</sup>	932.00 <sup>ab</sup>	66.57 <sup>ab</sup>
0.10	747.42 <sup>a</sup>	1658.67 <sup>bc</sup>	911.25 <sup>ab</sup>	65.09 <sup>ab</sup>
0.50	767.75 <sup>a</sup>	1705.92 <sup>ab</sup>	938.17 <sup>ab</sup>	67.01 <sup>ab</sup>
Stress 0.05	798.58 <sup>a</sup>	1741.00 <sup>ab</sup>	942.42 <sup>ab</sup>	67.32 <sup>ab</sup>
0.10	792.50 <sup>a</sup>	1727.42 <sup>ab</sup>	934.92 <sup>ab</sup>	66.78 <sup>ab</sup>
0.50	817.92 <sup>a</sup>	1771.83 <sup>a</sup>	953.92 <sup>a</sup>	68.14 <sup>a</sup>
SEM	65.2807	84.6190	45.5405	3.2531
Effect ( <i>p</i> value)				
N stress	0.0523	0.0386	0.2785	0.2790
AO level	<0.0001	<0.0001	0.0293	0.0294
N × level	0.6985	0.6413	0.9027	0.9025
Total				
Control	45.00	1575.38 <sup>c</sup>	1530.38 <sup>c</sup>	36.44 <sup>c</sup>
Normal 0.05	45.00	1696.42 <sup>ab</sup>	1651.42 <sup>ab</sup>	39.32 <sup>ab</sup>
0.10	45.00	1658.67 <sup>bc</sup>	1613.67 <sup>bc</sup>	38.42 <sup>bc</sup>
0.50	45.00	1705.92 <sup>ab</sup>	1660.92 <sup>ab</sup>	39.55 <sup>ab</sup>
Stress 0.05	45.00	1741.00 <sup>ab</sup>	1696.00 <sup>ab</sup>	40.38 <sup>ab</sup>
0.10	45.00	1727.42 <sup>ab</sup>	1682.42 <sup>ab</sup>	40.06 <sup>ab</sup>
0.50	45.00	1771.83 <sup>a</sup>	1726.83 <sup>a</sup>	41.12 <sup>a</sup>
SEM	–	84.6190	84.6189	2.0146
Effect ( <i>p</i> value)				
N stress	–	0.0386	0.0384	0.0387
AO level	–	<0.0001	<0.0001	<0.0001
N × level	–	0.6413	0.6410	0.6419

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts within columns differ significantly.

**Table 3.** Effect of *Aspergillus oryzae* ferments grown under nitrogen-deficient environment on feed intake, feed/gain for growing periods

Treatments(%)	Feed intake(g)	Feed/gain
3~4 week		
Control	78.11 <sup>c</sup>	2.28
Normal 0.05	86.95 <sup>b</sup>	2.21
0.10	84.75 <sup>bc</sup>	2.23
0.50	88.14 <sup>b</sup>	2.24
Stress 0.05	92.66 <sup>ab</sup>	2.18
0.10	97.61 <sup>a</sup>	2.35
0.50	96.33 <sup>a</sup>	2.22
SEM	7.6766	0.1673
Effect ( <i>p</i> value)		
N stress	0.0010	0.6611
AO level	<0.0001	0.3473
N × level	0.1323	0.5496
5~6 week		
Control	112.28 <sup>b</sup>	1.75 <sup>b</sup>
Normal 0.05	118.34 <sup>ab</sup>	1.78 <sup>b</sup>
0.10	121.63 <sup>a</sup>	1.87 <sup>a</sup>
0.50	119.21 <sup>a</sup>	1.78 <sup>b</sup>
Stress 0.05	121.44 <sup>a</sup>	1.80 <sup>ab</sup>
0.10	119.17 <sup>a</sup>	1.79 <sup>b</sup>
0.50	120.07 <sup>a</sup>	1.76 <sup>b</sup>
SEM	6.1150	0.0804
Effect ( <i>p</i> value)		
N stress	0.8055	0.3390
AO level	0.0008	0.0579
N × level	0.6412	0.2534
Whole week		
Control	95.20 <sup>b</sup>	2.61 <sup>b</sup>
Normal 0.05	102.65 <sup>a</sup>	2.61 <sup>b</sup>
0.10	103.19 <sup>a</sup>	2.69 <sup>ab</sup>
0.50	103.67 <sup>a</sup>	2.62 <sup>b</sup>
Stress 0.05	107.05 <sup>a</sup>	2.65 <sup>ab</sup>
0.10	108.37 <sup>a</sup>	2.71 <sup>a</sup>
0.50	108.20 <sup>a</sup>	2.63 <sup>ab</sup>
SEM	6.2005	0.0699
Effect ( <i>p</i> value)		
N stress	0.0264	0.2729
AO level	<0.0001	0.0047
N × level	0.6234	0.8558

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts within columns differ significantly.

배양물 처리구 > 대조구(basal diet) 순으로 유의하게 높게 조사된 반면에 증체량, 사료 섭취량 및 사료 요구율은 처리구 간 통계적 유의차가 없었다. 개시 및 최종 체중과 증체량은 대조구와 비교하여 *Aspergillus oryzae* 첨가구에서 유의하게 높았고, 특히 0.5% 첨가구에서 가장 높았다. 그리고, 사료 섭취량도 대조구와 비교하여 *Aspergillus oryzae* 첨가구에서 유의하게 높게 조사되었다. 그러나, 사료 요구율은 0.05%와 0.1% *Aspergillus oryzae* 첨가구보다 대조구와 0.5% *Aspergillus oryzae* 첨가구에서 유의하게 높았다. 그리고, 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구와 *Aspergillus oryzae* 첨가 수준의 상호 작용에 의한 체중 변화, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 대한 영향은 없었다.

전 시험 기간 (0~6주) 동안의 최종 체중, 증체량 및 사료 섭취량은 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 대조구(basal diet) 순으로 유의하게 높았고, 사료 요구율은 처리구들 간 통계적 유의차가 없었다. 한편, 최종 체중과 증체량은 대조구와 비교하여 *Aspergillus oryzae* 첨가구에서 유의하게 높았고, 0.5% 첨가구에서 가장 높았다. 사료 섭취량도 마찬가지로 대조구와 비교하여 *Aspergillus oryzae* 첨가구에서 유의하게 높았다. 반면에 사료 요구율은 대조구와 0.5% *Aspergillus oryzae* 첨가구에서 가장 높았고, 0.1% 첨가구에서 가장 낮게 조사되었다. 그리고 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구와 *Aspergillus oryzae* 첨가 수준의 상호 작용에 의한 체중 변화, 사료 섭취량 및 사료 요구율에 대한 영향은 없었다.

따라서 본 실험의 연구 결과는 고용균(1998) 및 고용균과 윤병주(1999)이 육계 사료 내 *Aspergillus oryzae* 첨가에 의하여 체중, 증체량 및 사료 섭취량이 증가한 조사한 결과와 유사하게 나타났다. 고용균(1998)의 실험에서는 사료 요구율이 개선되었다고 보고하였으나, 본 실험에서는 0.05%와 0.1%

*Aspergillus oryzae* 첨가구는 오히려 대조구보다 사료 요구율이 저하되었는데, 이것은 사료 섭취량이 증가한 만큼 증체량이 효율적으로 증가되지 못하였기 때문이다. 그러나, 본 실험 결과는 *Aspergillus oryzae* 첨가에 의한 사료의 기호성 촉진 효과가 뚜렷이 드러났고, *Aspergillus oryzae* 배양시 질소원 결핍 처리는 일반적인 배양 방법과 비교하여 증체율과 사료 기호성에 더 효과적인 것으로 요약할 수 있다.

## 2. 영양소 소화율

*Aspergillus oryzae*의 첨가가 육계의 영양소 소화율에 미치는 영향을 구명하기 위하여 소화 시험 기간에 채취한 사료와 분에서 조사된 영양소 소화율은 Table 4와 같다. 본 실험에서 영양소 소화율은 모든 조사 항목에서 처리구 간에 유의적인 차이점을 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 하지만 건물 소화율은 *Aspergillus oryzae*의 첨가가 대조구에 비하여 향상되는 경향을 보였으며, 특히 질소원 결핍 배지에서의 배양물 0.1%를 첨가한 처리구에서 가장 높게 나타났다. 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물을 0.1% 첨가한 처리구도 대조구와 비교하여 3.4% 향상되었으며, 이는 효모가 지닌 소화 효소의 작용으로 건물 소화율이 향상된다는 보고(고용균 등, 1999)와 동일한 결과를 나타내었다. 조단백질 소화율은 *Aspergillus oryzae* 처리구에서 질소원 공급 배지에서의 배양물과 질소원 결핍 배지에서의 배양물로 나누어 각각 0.05, 0.1, 0.5% 첨가시는 각각 52.1, 53.8, 53.4, 53.6, 54.6, 53.9% 로써 질소원 결핍 배지에서 자란 배양물의 소화율이 높게 나타났으며, 50.4%인 대조구보다 2~4% 향상되었다.

조섬유 소화율은 대조구에 비하여 *Aspergillus oryzae*를 첨가하였을 경우 더욱 향상되었으며, 특히 질소원 공급 배지의 배양물과 질소원 결핍 배지의 배양물에서 0.1% 첨가시 더욱 높게 나타났으나, 두 배양물 간의 유의적인 차이는 없었다. 조지방 소화율은 대조구나 다른 처리구에 비하여 질소원 결핍

**Table 4.** Effect of *Aspergillus oryzae* ferments grown under nitrogen-deficient environment on nutrient digestibility(%) of the broiler chicks

Traits	Control	Normal media (%)			Stress media (%)		
		0.05	0.1	0.5	0.05	0.1	0.5
Dry matter	62.53±0.24	64.51±0.56	65.93±0.43	64.87±0.28	65.13±0.44	66.75±0.62	66.02±0.49
Crude protein	50.42±0.43	52.07±0.29	53.80±0.81	53.42±0.26	53.59±0.68	54.64±0.28	53.89±0.09
Crude fiber	35.20±0.63	36.29±0.51	37.00±0.47	37.41±0.25	36.23±0.34	37.96±0.49	37.11±0.58
Ether extract	69.57±0.55	70.23±0.47	70.85±0.64	71.58±0.14	71.24±0.37	72.76±0.36	71.88±0.51

Means±SD with different superscripts in the same column differ significantly ( $p<0.05$ ).

배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물을 0.1% 첨가한 처리구에서 가장 높게 나타났으며, 다른 처리구들 간에는 유의차가 없었고, 전반적인 경향은 조지방의 소화율을 향상시킨 것으로 짐작할 수 있다. 본 실험의 결과, *Aspergillus oryzae* 배양물을 첨가하였을 경우 영양소의 소화율이 전반적으로 향상되었으며, 이는 육계의 소장 및 대장의 pH 조절에 관여하고, 유익균의 성장을 촉진하며, 유해균의 증식을 억제할 수 있는(고용균 등, 1999; 김 등, 2001) 효소나 대사 산물이 분비되어 긍정적으로 작용하여 사료의 기호성 및 영양소의 소화율을 증진시킨 결과라고 추정할 수 있다.

3. 분변의 미생물 성장 조사

*Aspergillus oryzae* 배양물 처리시 육계의 분변 내 미생물 총균수, *E. coli*, 살모넬라의 균수 변화를 측정된 결과는 각각 Fig. 1~3에 나타내었다. 한성욱 등(1999)과 고용균 등(1999)은 생균제를 육계에 급여하였을 경우, 장내 및 분변의 미생물 성장에 변화를 주며, 유익균의 증식을 돕고 유해균의 증식을 억제한다고 하였다. 이는 대장이나 분에까지 생존하는 생균제가 유해균을 억제하는 물질이 분비되거나 필요한 영양분을 경쟁적으로 섭취하여 증식을 억제함으로써 *Lactobacillus*와 같은 유익균의 성장 환경을 개선한다고 알려져 있다. 본 실험의 결과 또한 전체적인 총 균수는 증가하였고, 대장균과 살모넬라의 균수는 감소하였다. Fig. 1에서는 배양물 급여시 대조구에 비하여 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구에서 유의성이 있는 균수의

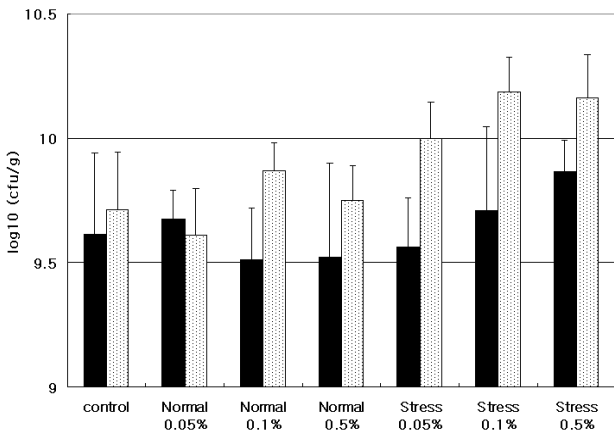


Fig. 1. Effect of *Aspergillus oryzae* ferments grown under nitrogen-deficient environment on the changes(Log cells/g, wet basis) of total microorganisms in feces of the broiler chicks(■, Initial counts ; ▨, Final counts).

변화가 나타났으며, 특히 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 순으로 높게 나타났다.

Fig. 2와 Fig. 3에서는 각각 *E. coli*와 살모넬라의 균수 가 사료 급여 이전보다 감소하였으며, 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구가 대조구와 다른 처리구에 비해 더 큰 폭으로 감소하는 경향을 보여주었다. 특히 살모넬라의 균수 측정 실험시 체중 및 육계의 상태로 처리구를 나누어 처리구 간에 비슷한 분포로 초기 균수를 정하지 못하였으나, 전체적인 양상은 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리

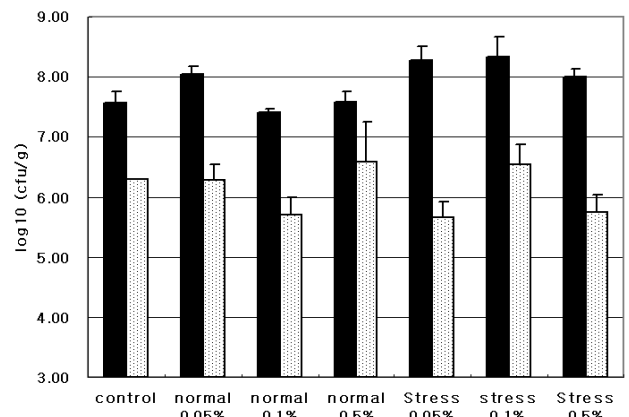


Fig. 2. Effect of *Aspergillus oryzae* ferments grown under nitrogen deficient environment on the changes(Log cells/g, wet basis) of *Escherichia coli* populations in feces of the broiler chicks(■, Initial counts ; ▨, Final counts)

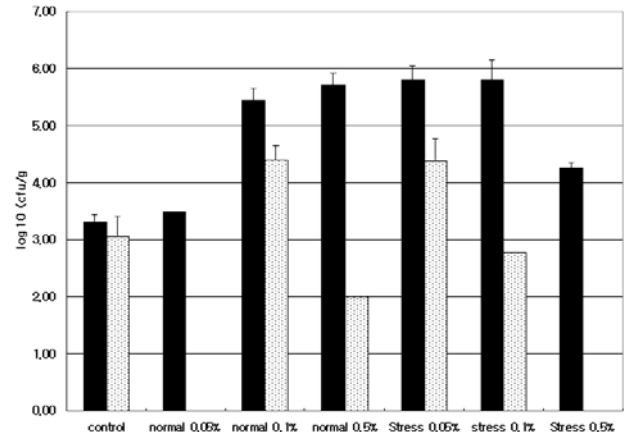


Fig. 3. Effect of *Aspergillus oryzae* ferments grown under nitrogen-deficient environment on the changes(Log cells/g, wet basis) of *Salmonella* populations in feces of the broiler chicks(■, Initial counts ; ▨, Final counts).

구가 대조구보다 더 큰 폭으로 감소하였으며, 김인호와 김춘수(1988)의 결과와 유사하였다. 앞으로 직접적인 대장 내용물의 적출과 대장 환경에서의 다양한 미생물 변화 양상에 대한 연구가 더욱 필요하다.

4. 암모니아 가스 (NH<sub>3</sub> Gas) 발생량

계사 및 환경 오염의 원인으로 알려진 암모니아 가스 발생량의 변화를 조사하기 위하여 동일한 시간 동안 배설한 육계의 분 중 암모니아 가스 발생량을 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 특히 암모니아 가스는 육계의 단백질 대사와의 깊은 관련이 있으며, 이 발생량을 줄이는 것은 효율적인 영양소 이용과 환경 개선에도 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있다(고용균 등, 1999; 김인호와 김춘수, 1998). 본 실험에서 측정된 암모니아 가스 발생량은 대조구(basal diet) > 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 > 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구 순으로 높은 경향을 보였다. 그리고, *Aspergillus oryzae* 첨가에 의하여 분 중 암모니아 가스 발생량이 감소한 것을 확인할 수 있었다. 따라서, *Aspergillus oryzae*의 환경 친화적인 첨가제로서의 가능성을 보여준 결과로서, 앞으로 환경오염과 관련하여 이에 대한 좀 더 심도 있는 연구가 필요하다고 여겨진다.

적 요

본 연구는 질소원 결핍 배지에서 배양되어 *in vitro* 실험상

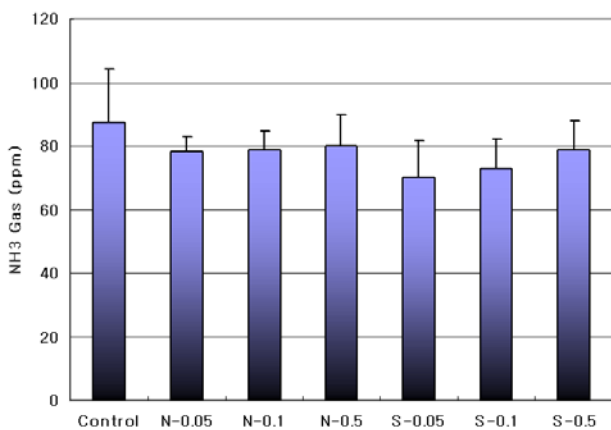


Fig. 4. Effect of *Aspergillus oryzae* ferments grown under nitrogen-deficient environment on ammonia gas production (ppm) in feces of the broiler chicks

에서 항균 활력이 있는 것으로 증명된 *Aspergillus oryzae* 배양물을 질소원 공급 배지와 비교하여 육계의 증체, 사료 섭취량, 영양소 이용율, 유해 가스 생산 및 분내 미생물 균총 변화 등에 미치는 영향을 조사하기 위하여 시행되었다. 총 168수 2일령 육계를 7 처리구(대조구, 질소원 공급 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물(NAOF) 0.05, 0.1, 0.5%, 질소원 결핍 배지에서 자란 *Aspergillus oryzae* 배양물(NNAOF) 0.05, 0.1, 0.5%)에 배치하였다. 본 실험 결과 *Aspergillus oryzae* 첨가로 사료의 기호성이 증가되었으며, *Aspergillus oryzae* 배양시 질소원 결핍 처리는 일반적인 배양 방법에 비하여 증체와 사료 기호성에 더욱 효과적으로 작용하였다. 영양소 소화율은 질소원 처리 구간의 유의적 차이는 없었지만, 대조구에 비하여 *Aspergillus oryzae* 배양물을 첨가시에 영양소의 소화율이 전반적으로 향상되었는데, 이러한 결과는 육계의 소장 및 대장의 pH 조절에 관여하고 유익균의 성장을 촉진하며, 유해균의 증식을 억제할 수 있는 효소나 대사산물이 분비되어 긍정적으로 작용하여 사료의 기호성 및 영양소의 소화율을 증진시킨 결과라고 추정할 수 있다. 처리에 따른 분내 총균수 변화는 유의적( $p < 0.05$ )인 차이를 보였으며, 균수는 NNAOF > NAOF > 대조구 순으로 나타났다. *E. coli*와 살모넬라에서는 *Aspergillus oryzae* 배양물 처리구가 대조구에 비해 현저하게( $p < 0.05$ ) 감소되었고, 특히 NNAOP 처리구에서 가장 낮게 나타났다. 분내 암모니아 가스 발생량을 조사한 결과, 실험실적으로 검사할 수 있는 발생량은 대조구 > NAOF > NNAOF 순으로 나타났다. 본 연구 결과는 NNAOF을 이용한 육계 생산은 생산성 향상과 더불어 환경 오염을 예방할 수 있는 방법임을 시사하므로 더욱 심도있는 연구가 필요한 것으로 판단된다.

(색인어 : 닭, *Aspergillus oryzae*, 사료 효율, *E. coli*, *Salmonella*, 암모니아가스)

인용문헌

AOAC 1995 Official method of analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemist. Washington DC USA.  
 Gomez-Alarcon RA, Huber JT, Higginbotham GE, Wiersma F, Ammon D, Taylor B 1991 Influence of feeding *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the milk yields, eating patterns, and body temperatures of lactating cows. J Anim Sci 69:1733-1740.  
 Higginbotham, GE, Bath DL, Butler LJ 1993 Effect of feeding

- an *Aspergillus oryzae* extract on milk production and related responses in a commercial dairy herd. *J Dairy Sci* 76:1484-1489.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M 1996 Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. *Br Poultry Sci* 37:395-401.
- National Research Council 1994 Nutrient requirements of poultry. 9th Rev. Ed. National Academy Press. Washington DC USA.
- Nisbet DJ, Martin SA 1993 Effects of fumarate, L-malate and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on D-lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Curr Microbiol* 26:133-136.
- Owen FG, Appleman RD 1971 Effect of enzyme additive on preservation and feed value of alfalfa silage. *J Dairy Sci* 54:804.
- SAS 2001 SAS user's guide. SAS Institute, Gary, NC, USA.
- Tortuero F 1973 Influence of implantation of *Lactobacillus acidophilus* in chicks on the growth, feed conversion, malabsorption of fats syndrome and intestinal flora. *Poultry Sci* 52:197.
- Wiedmeier RD, Arambel MJ, Walters J 1987 Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J Dairy Sci* 70:2063-2068.
- 고용균 1998 배지의 종류를 달리하여 배양한 *Aspergillus oryzae* 효모 배양물의 급여가 브로일러의 육성 성적에 미치는 영향. *동물자원연구* 9:28-37.
- 고용균 윤병주 1999 *Aspergillus oryzae* 배양물의 첨가가 산란계의 생산성에 미치는 영향. *동물자원연구* 10:64-74.
- 고용균 황영환 1999 *Aspergillus oryzae* 균주로 배양한 효모 배양물의 급여가 브로일러의 육성성적에 미치는 영향. *한국축산학회지* 41(1):15-22.
- 김선재 박근형 1996 부추의 향미생물 활성물질. *Korean J Food Sci Technol* 28:604-608.
- 김인호 김춘수 1988 활성 효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 급여가 브로일러의 육성효과에 미치는 영향. *한국가금학회지* 15:270.
- 한성욱 이경우 이봉덕 성장근 1999 황국균을 산란계에 급여 시 분 중 미생물균총, 난질 및 영양소 대사율에 미치는 영향. *아시아 태평양 축산학회지* 12:417-421.