

건조한 남은 음식물을 이용한 *Aspergillus oryzae* 균주 배양조건과 그 배양물 급여가 닭의 영양소 이용률에 미치는 영향

황보 중^{1,a†} · 홍의철^{1,a†} · 이병석¹ · 배해득¹ · 김원² · 노환국³ · 김재황⁴ · 김인호⁵

¹농촌진흥청 축산연구소, ²한일사료, ³한국농업전문학교, ⁴경상대학교 동물자원과학부, ⁵단국대학교 동물자원학과

Culture Conditions of *Aspergillus oryzae* in Dried Food-Waste and the Effects of Feeding the AO Ferments on Nutrients Availability in Chickens

J. Hwangbo^{1,a†}, E. C. Hong^{1,a†}, B. S. Lee¹, H. D. Bae¹, W. Kim², W. G. Nho³, J. H. Kim⁴ and I. H. Kim⁵

¹National Livestock Research Institute, ²Hanilfeed, Co., LTD., ³Korean National Agricultural College,

⁴Division of Animal Science & Technology, Gyeongsang National University, ⁵Department of Animal Resource & Science, Dankook University

ABSTRACT Two experiments were carried out to assess the appropriate incubation conditions namely; duration, moisture content and the ideal microbial inoculant for fermented dried food waste(FW) offered to broilers. The nutrient utilization of birds fed the FW diets at varying dietary inclusion rates was also compared with a control diet. In Experiment I, different moisture contents(MC) of 30, 40, 50 and 60%, respectively were predetermined to establish the ideal duration of incubation and the microbial inoculant. A 1 mL *Aspergillus oryzae*(AO)(1.33×10^5 CFU/mL) was used as the seed inoculant in FW. This results indicated that the ideal MC for incubation was 40~50 % while the normal incubation time was > 72 hours. Consequently, AO seeds at 0.25, 0.50, 0.75 and 1.00 mL were inoculated in FW to determine its effect on AO count. The comparative AO count of FW incubated for 72 and 96 hours, respectively showed no significant differences among varying inoculant dosage rates. The FW inoculated with lower AO seeds at 0.10, 0.05 and 0.01 mL were likewise incubated for 72 and 96 hours, respectively and no changes in AO count was detected($p < 0.05$). The above findings indicated that the incubation requirements for FW should be 40~50% for 72 hours with an AO seed inoculant dosage rate of 0.10 mL. Consequently, in Experiment II, after determining the appropriate processing condition for the FW, 20 five-week old male Hubbard strain were used in a digestibility experiment. The birds were divided into 4 groups with 5 pens(1 bird per pen). The dietary treatments were; Treatment 1 : Control(Basal diet), Treatment 2 : 60% Basal+40% FW, Treatment 3 : 60% Basal+20% FW+20% AFW(*Aspergillus oryzae* inoculate dried food-waste diet) and Treatment 4 : 60% Basal+40% AFW. Digestibility of treatment 2 was lowed on common nutrients and amino acids compared with control($p < 0.05$) and on crude fat and phosphorus compared with AFW treatments(T3, T4)($p < 0.05$). Digestibility of treatment 3 and 4 increased on crude fiber and crude ash compared treatment 2 ($p < 0.05$). Digestibility of control was high on arginine, leucine, and phenylalanine of essential amino acids compared with treatment 3 and 4($p < 0.05$), and digestibility of treatment 3 and 4 was improved on arginine, lysine, and threonine of essential amino acids.

Finally, despite comparable nutrient utilization among treatments, birds fed the dietary treatment containing AO tended to superior nutrient digestion to those fed the 60% Basal+40% FW.

(Key word: food-waste, *Aspergillus oryzae*, incubation condition, digestibility)

서 론

남은 음식물은 폐기하려면 비용이 소요되므로 가축의 사료로 재활용하는 것이 바람직하며, 건조시킨 남은 음식물은

영양소 함량이 높으므로 사료적 가치가 충분하다(Myer 등, 1994; Westendorf 등, 1996). 그러나 남은 음식물은 사료원료로서 그 이용가치가 충분함에도 불구하고, 소재원에 따라 영양소의 함량이 일정하지 않으며, 영양소 이용률도 좋지 않

^a First two authors equally contributed to this work.

[†] To whom correspondence should be addressed : kohb@rda.go.kr, coldboy72@hanmail.net

아, 축산농가에서 크게 이용되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 남은 음식물의 사료적 가치를 증대하기 위한 방안으로 미생물을 배양하여 급여하는 방법은 연구가치가 있을 것으로 사료된다.

일반적으로 가축에 급여되는 생균제에는 생균, 사균, 효모, 세균 및 곰팡이 등이 있으며 단일 또는 복합적인 형태로 이용된다(김해진 등, 2005). 생균제는 가축의 체내에서 소화효소를 합성하여 분비함으로써 소화를 촉진하거나 비타민 및 아미노산을 합성하여 영양원으로 사용하기도 한다(Grimes 등, 1997). *Aspergillus oryzae*(AO)는 술, 장류, 제빵 및 효소제 생산 등에 광범위하게 이용되어져 온 대표적인 미생물로 알려져 있다. AO는 2차 대사산물의 생산으로 산업적 효용 가치가 높으며, 이들 곰팡이에서 생산되는 효소는 pH가 낮은 조건에서도 효소작용이 우수하다(고용균과 황영환, 1999). 따라서 AO 배양물을 가금류에 급여시 생균제로서 작용한다는 연구가 진행되어 왔으나 아직 미비하다고 하겠다(Mohan 등, 1996; Grimes 등, 1997; 고용균, 1998; 고용균과 윤병주, 1999). 또한 AO 배양물은 배양조건에 따라 가축에 대한 AO 급여 효과가 나타나지 않을 수도 있어(고용균, 1998; 고용균과 윤병주, 1999), AO 배양을 위한 배지 선별이 매우 중요하다.

따라서 본 시험은 AO 배양을 위한 배지로 건조된 남은 음식물을 이용하기 위하여 배양조건을 수분, 배양 시간, 접종 균수에 따라 구명하고, 남은 음식물의 사료적 가치를 증대하기 위하여 AO를 접종시킨후 AO 배양물로 급여시에 영양소 이용률에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시균주, 공시재료 및 공시동물

본 시험의 접종 균주는 농진청 축산연구소에 개발한 *Aspergillus oryzae* KACC40242 균주(AO)를 공시하였다. PDA (Potato Dextrose Agar, Difco) 평판 배지(potatoes 200.0 g, dextrose 20.0 g, Agar 15.0 g)에서 배양시킨 AO를 제조한 액상배지(Yeast extract 16 g, Soluble Starch 10 g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5 g, K_2HPO_4 1 g, KH_2PO_4 1 g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.01 g/L)에 접종시킨 후, shaking incubator에서 32°C 200 rpm으로 48시간 배양하여 균수를 조사하고 seed로 정하고 아미노산 분석과 균수 측정을 하였다. 본 시험에 사용된 seed의 균수는 1.33×10^5 CFU/mL 이었으며 아미노산 성분은 Table 1에 나타내었다. AO 배양을 위한 배지로서는 시중에 유통중인 건조한 남은 음식물(FW)(수분 9.8%)(푸른 환경, 서울 서초구) 100 g를 멸

Table 1. Chemical composition and amino acid composition of *Aspergillus oryzae*

Ingredients	%
Crude protein (%)	42.5
Crude fat (%)	7.2
Calcium (%)	13.2
Phosphorus	0.7
Essential amino acid (%)	
Arginine	3.13
Histidine	0.83
Iso-leucine	4.21
Leucine	7.85
Lysine	3.51
Methionine	0.64
Phenylalanine	3.19
Threonine	6.95
Valine	6.70
Non-essential amino acid (%)	
Alanine	9.12
Aspartic acid	10.08
Cystine	1.28
Glutamic acid	9.76
Glycine	11.11
Proline	5.40
Serine	10.66
Tyrosine	3.76

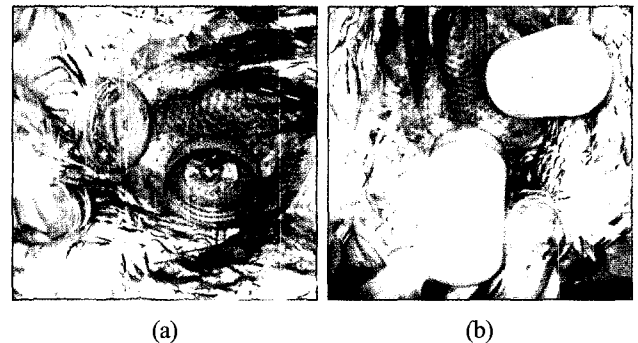


Fig. 1. Colostomy of Hubbard chicks (♂) to collect feces for nutrients and amino acids digestibility measurement.

균(121 °C, 15분)하여 이용하였다. 소화시험에 사용된 공시동물은 인공 항문을 장착(Fig. 1)한 5주령의 Hubbard종(♂) 20수를 공시하였다.

2. 시험사료와 시험설계

시험 1) 배양 조건 시험

(1) <실험 1>

수분과 배양시간에 따른 배양조건 시험은 농촌진흥청 축산연구소에서 2004년 6월 20일부터 7월 5일까지 수행하였다. 접종 AO seed는 1 mL로 정하였고, 처리구는 FW의 수분 함량을 30, 40, 50, 60%로 조절하여 3반복씩 5개 처리구로 하였으며, 각각의 처리구에 따른 배양시간은 72시간과 96시간으로 하였다.

(2) <실험 2>

시험 1의 결과에 따라서 잔반사료의 수분을 정한 다음, 접종 균수와 배양 시간에 따른 배양 조건 시험을 7월 6일부터 7월 19일까지 두 차례에 걸쳐 시험하였다. 1차 접종은 수분을 50%로 조절한 FW에 접종하는 AO seed가 각각 0.25, 0.5, 0.75, 1.00mL인 4개 처리구로 나누어 3반복씩 72시간과 96시간 동안 AO를 배양시켰다. 2차 접종은 FW에 접종하는 AO seed가 각각 0.1, 0.05, 0.01 mL인 3 처리구, 처리당 3 반복으로 나누어 72시간과 96시간 동안 AO를 배양시켰다.

72시간과 96시간 배양 후 AO 배양물(AO 접종 잔반, AFW)은 각각 화학분석 및 미생물수 검사를 실시하였다.

시험 2) 소화 시험

소화 시험은 축산연구소에서 2004년 7월 20일부터 27일까지 실시되었다. 처리구는 옥수수-대두박 위주의 기초사료를 T1(CON, basal diet, Basal)으로 하고, 기초사료 60%+FW사료 40%(Basal60%+FW40%) 처리구(T2), 기초사료 60%+FW사료 20%+AFW사료 20%(Basal60%+FW20%+AFW20%) 처리구(T3), 기초사료 60%+AFW사료 40%(Basal60%+AFW40%) 처리구(T4) 등 4 처리구 5 반복씩 20수를 완전임의 배치하였다. 시험사료의 영양소와 아미노산의 성분 함량은 Table 2와 같다. 기초사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 ME 3,150 kcal/kg, 조단백질 18%의 육계 후기의 영양소 요구량(한국사양표준(가급), 2002)에 준했다(Table 2). 영양소의 소화율 측정을 위해 공시된 처리구간 사료의 일반성분과 아미노산 조성은 Table 3과 같다.

Table 2. Diet composition(as-fed basis)

Ingredients	%
Corn	60.50
Soybean meal	27.50
Corn gluten meal	5.00
Soybean oil	3.30
Tricalcium phosphate	1.20
Limestone	1.50
Salt	0.25
Vitamin-mineral premix ¹	0.50
L-lysine	0.05
DL-methionine	0.20
Total	100.00
Chemical composition ²	
ME(kal/kg)	3,150
Crude protein(%)	18.00
Lysine(%)	0.93
Methionine(%)	0.34
Calcium(%)	1.00
Phosphorus(%)	0.58

¹ Provided per kilogram of diet; 1,600,000 IU of vitamin A, 300,000 IU of vitamin D₃, 800 IU of vitamin E, 132 mg of vitamin K₃, 1,000 mg of vitamin B₂, 1,200 g of vitamin B₁₂, 2,000 mg of niacin, 60 mg of folic acid, 35,000 mg of choline chloride, 800 mg of pantothenic calcium, 9,000 mg of Zn, 12,000 mg of Mn, 4,000 mg of Fe, 500 mg of Cu, 6,000 mg of I, and 100 mg of Co.

² Calculated values.

3. 조사항목 및 방법

시험 1) 배양조건시험

(1) <실험 1> 수분과 배양시간

접종하는 AO seed(AO colony, 1.33×10^5 CFU/mL) 1 mL를 멸균 증류수에 넣고 처리구별(수분 30, 40, 50, 60%)로 잔반 사료의 수분을 조절하여 평판에 담았다. AFW의 오염 방지를 위해 평판을 덮고, 처리구별로 32°C incubator에서 72시간과 96시간 동안 발효시켰다. 각각의 시료는 처리구별로 성분과 균수를 측정하였다.

Table 3. Chemical compositions and amino acids of experimental diets¹

Item(%)	CON(Basal)	FW	AFW	Basal 60%+ FW 40% ²	Basal 60%+FW 20% +AFW 20% ²	Basal 60%+ AFW 40% ²
Dry matter	88.03	88.80	89.01	88.49	88.84	89.19
----- % of DM -----						
Crude protein	18.12	22.57	23.14	19.90	20.01	18.88
Crude fat	6.31	12.19	12.37	8.66	8.70	7.26
Crude fiber	4.03	9.15	8.89	6.08	6.03	4.83
Crude ash	7.05	14.62	14.67	10.08	10.09	8.27
Calcium	1.00	5.07	5.40	2.63	2.69	1.68
Phosphorus	0.58	1.12	1.15	0.80	0.80	0.67
kcal/kg	4,232	4,327	4,413	4,270	4,287	4,254
Essential amino acid(%)						
Arginine	1.027	1.116	1.175	1.063	1.074	1.046
Histidine	0.499	0.509	0.601	0.503	0.521	0.508
Iso-leucine	0.718	0.881	1.107	0.783	0.828	0.726
Leucine	1.917	1.774	1.896	1.860	1.944	1.928
Lysine	0.891	1.107	1.284	0.977	1.013	0.940
Methionine	0.523	0.692	0.637	0.591	0.540	0.530
Phenylalanine	0.925	1.175	1.364	1.025	1.063	0.980
Threonine	0.656	0.821	1.204	0.722	0.799	0.713
Valine	0.731	0.990	1.236	0.835	0.884	0.792
Non-essential amino acid(%)						
Alanine	1.091	1.487	1.667	1.249	1.285	1.169
Aspartic acid	1.477	1.843	1.856	1.623	1.626	1.537
Cystine	0.272	0.305	0.363	0.285	0.297	0.282
Glutamic acid	3.570	3.954	4.440	3.724	3.821	3.670
Glycine	0.696	1.660	1.807	1.082	1.111	0.862
Proline	1.343	1.278	1.312	1.317	1.324	1.335
Serine	0.878	1.110	1.274	0.971	1.004	0.928
Tyrosine	0.670	0.841	1.041	0.738	0.778	0.713

¹ Abbreviations are CON; control, Basal; basal diet, FW; food-waste diet, AFW; *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diet, DM; dry matter, ² Proportions of basal diet and food waste diet in each treatments were presented as Basal 60%+FW 40% and so on.

(2) <실험 2> 접종균수와 배양시간
 균 접종별 배양시험은 두 차례에 걸쳐 수행되었다. 1차 접종, 접종 AO seed를 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 mL의 4개 처리구로

나누고 처리구당 6 반복하여 수행하였다. 잔반 사료의 수분은 50%로 조절하였다. 1차 접종시 사용된 AO seed 균수는 각각 6.68×10^3 , 1.39×10^4 , 2.09×10^3 , 1.33×10^5 CFU/mL 이었다.

2차 접종, AO seed 0.10, 0.05, 0.01 mL를 접종하여 총 3처리구로 나누고 처리구당 6 반복하여 수행하였다. 이때 접종 AO seed 균수는 각각 2.3×10^3 , 1.5×10^2 , 2.67×10^3 CFU/mL 이었다. AFW는 32°C incubator에서 72시간과 96시간 동안 배양 후 균수를 측정하였다. 균수 측정은 AO 배양 FW를 잘 섞은 다음 1 g을 취하여 0.1% peptone water에 희석하고 10분간 진탕시킨 후 1 mL를 채취하여 십진법(10^{-1} ~ 10^{-5})으로 희석하였다. 본 시험에서는 10^3 ~ 10^5 희석액을 이용하였다. 희석액에서 1 mL씩 취하여 PDA(Potato Dextrose Agar, Difco) 평판 배지(potatoes 200.0 g, dextrose 20.0 g, Agar 15.0 g)에 도말봉을 사용하여 100 μ L씩 도말하고 32°C에서 36시간 배양하였다. 배양된 배지는 cell counting법으로 AO colony수를 조사하였다.

시험 2) 소화시험

영양소 소화율을 측정하기 위하여 표시물로서 산화크롬(Cr_2O_3)을 사료내 0.2% 첨가하여 직접적(전분채취법) 또는 간접적(지시제 방법)으로 소화율을 측정하였다. 닭은 분과뇨를 총배설장을 통하여 혼합 배설물로 배설하므로, 정확한 시험을 위해 분과뇨를 분리 수거할 필요가 생기게 된다(손장호와 남기홍, 1997). 따라서 본 시험의 공시동물은 인공항문(Isshiki와 Nakashiro, 1988)을 장착하여 7주일간의 회복기간을 거친 후, 3일간의 섭취량을 조사하고 급여량을 섭취량의 약 70%인 100 g을 오전과 오후 2회로 나누어 제한급여하여 잔량이 없도록 하였다. 분의 채취는 항문에 부착된 플라스틱 분변 통에 0.05M의 황산을 10 mL씩을 넣어 부패와 암모니아가스의 발생을 최소화하고, 오전과 오후 일정한 시각에 각 1회씩 3일간 총 6회에 걸쳐서 채취하고, 채취 즉시 -20°C의 냉동고에 저장 보관 후, 60°C의 건조기에서 72시간 건조시킨 후, 분쇄하여 분석에 이용하였다.

4. 화학분석 및 통계처리

사료와 분의 일반성분과 표시물로 혼합된 Cr은 AOAC (1995)에 의해 분석하였다. 아미노산 함량은 6 N HCl로 110°C에서 16시간 동안 가수분해시킨 후(Mason, 1984), 아미노산 분석기(HITACHI L-8500A, Japan)를 이용하여 분석하였다. 본 시험에서 얻어진 모든 자료는 SAS(1999)의 GLM을 이용 Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균 간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. AO의 아미노산 조성

AFW을 사료에 대체하였을 때, AO가 아미노산 소화율에 어떤 영향을 미치는지 조사하기 위하여 아미노산 분석을 하였다(Table 1). AO는 단백질 함량이 42.5%로 높게 나타났으며, 함황 아미노산인 cystine과 methionine의 함량이 낮았다. AO는 다종의 아미노산을 생산하고 균체 자체가 주로 미네랄과 아미노산으로 구성되어 있다(Eric 등, 1995; Yoji Hata 등, 1997).

2. 배양조건시험

1) <실험 1>

FW에 수분함량과 배양시간에 따른 AO 배양조건을 구명하였다(Fig. 2, 3). 그림에서 나타나듯이 AO는 수분함량 50%와 60%에서 72시간 처리구가 가장 좋은 결과를 나타냈으며, 96시간에는 황색의 뚜렷한 증식을 보였다. Table 4는 AFW를 처리구별로 나누어 32°C incubator에서 72시간과 96시간 동안 배양시킨 일반성분의 결과를 나타낸 것이다. 조단백질은 22.5~23.5% 정도로 처리구간에 차이가 없었고, 조섬유의 함량은 FW에 비해 AO 처리군의 함량이 감소했으며, 50% 96

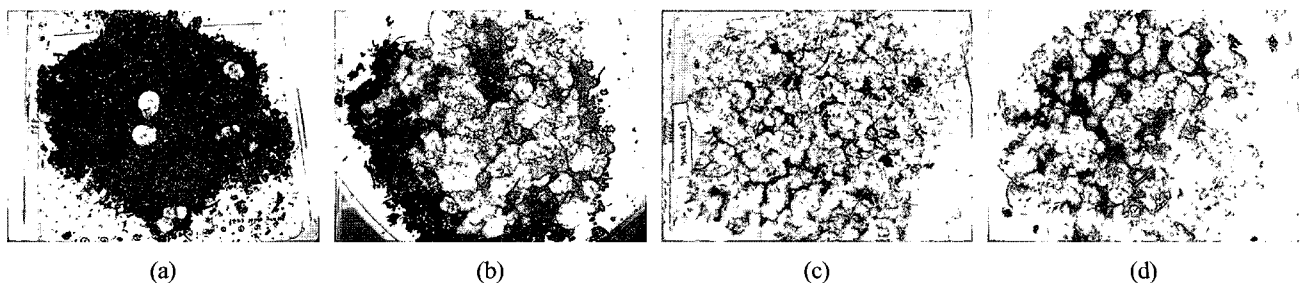


Fig. 2. *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste after 72 hours.

(a) : moisture contents 30%, (b) : moisture contents 40%, (c) : moisture contents 50%, (d) : moisture contents 60%.

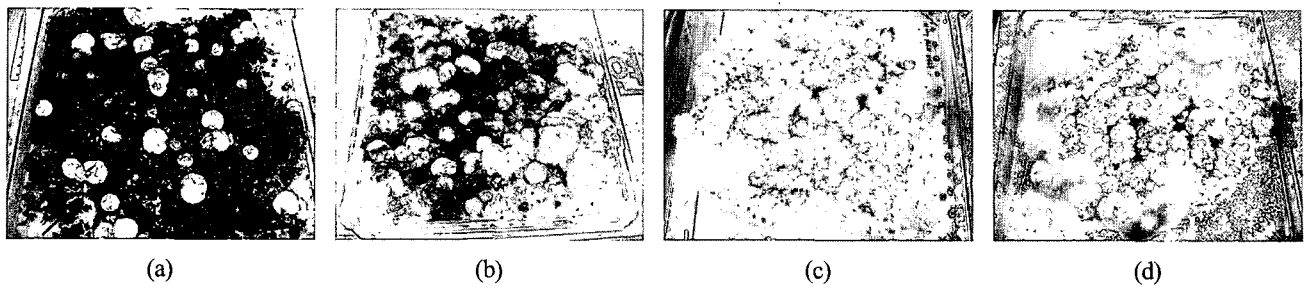


Fig. 3. *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste after 96 hours.

(a) : moisture contents 30%, (b) : moisture contents 40%, (c) : moisture contents 50%, (d) : moisture contents 60%.

Table 4. Chemical compositions of the food-waste diets and *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diets after 72 hours and 96 hours according to moisture contents¹

Ingredients (%)	FW	Moisture contents (%)								SEM
		30		40		50		60		
		0 h	72 h	96 h	72 h	96 h	72 h	96 h	72 h	
Dry matter	89.19	88.99	89.12	89.27	89.17	89.29	89.21	89.51	89.12	0.4742
Crude protein	22.87	22.88	22.96	22.89	22.98	23.06	23.12	23.03	23.13	0.1958
Crude fat	12.19	12.21	12.25	12.24	12.26	12.32	12.33	12.27	12.33	0.1366
Crude fiber	9.11 ^a	8.94 ^{ab}	8.90 ^{ab}	8.95 ^{ab}	8.82 ^{ab}	8.89 ^{ab}	8.71 ^b	8.89 ^{ab}	8.75 ^{ab}	0.1812
Crude ash	14.63	14.66	14.58	14.67	14.68	14.6	14.67	14.49	14.72	0.2330
Calcium	5.21	5.34	5.27	5.27	5.35	5.20	5.40	5.20	5.41	0.1561
Phosphorus	1.13	1.14	1.13	1.13	1.14	1.12	1.14	1.12	1.15	0.0196
Essential amino acid (%)										
Arginine	1.116 ^b	1.121 ^b	1.132 ^{ab}	1.147 ^{ab}	1.165 ^{ab}	1.174 ^a	1.185 ^a	1.179 ^a	1.189 ^a	0.0284
Histidine	0.509	0.509	0.510	0.512	0.512	0.524	0.533	0.512	0.530	0.0351
Iso-leucine	0.881 ^b	0.930 ^b	0.960 ^b	0.934 ^b	0.967 ^b	1.002 ^{ab}	1.042 ^a	1.020 ^{ab}	1.049 ^a	0.0281
Leucine	1.774 ^{bc}	1.772 ^c	1.774 ^{bc}	1.773 ^{bc}	1.812 ^b	1.873 ^{ab}	1.919 ^a	1.907 ^a	1.931 ^a	0.0343
Lysine	1.107 ^b	1.141 ^{ab}	1.152 ^{ab}	1.147 ^{ab}	1.165 ^{ab}	1.174 ^{ab}	1.185 ^a	1.179 ^a	1.189 ^a	0.0329
Methionine	0.692	0.702	0.71	0.735	0.743	0.744	0.748	0.746	0.748	0.0414
Phenylalanine	1.175 ^b	1.211 ^{ab}	1.218 ^{ab}	1.234 ^{ab}	1.248 ^{ab}	1.260 ^a	1.267 ^a	1.259 ^a	1.262 ^a	0.0268
Threonine	0.821 ^b	0.873 ^{bc}	0.882 ^b	0.939 ^{ab}	0.948 ^a	0.968 ^a	0.984 ^a	0.954 ^a	0.980 ^a	0.0257
Valine	0.990 ^b	1.166 ^{ab}	1.173 ^{ab}	1.167 ^{ab}	1.199 ^a	1.209 ^a	1.236 ^a	1.212 ^a	1.230 ^a	0.0591
Non-essential amino acid (%)										
Alanine	1.487 ^b	1.519 ^b	1.526 ^{ab}	1.524 ^{ab}	1.530 ^{ab}	1.590 ^a	1.560 ^a	1.584 ^a	1.591 ^a	0.0362
Aspartic acid	1.843 ^b	1.893 ^b	1.929 ^b	1.917 ^b	1.942 ^b	2.157 ^{ab}	2.223 ^{ab}	2.285 ^a	2.316 ^a	0.0505
Cystine	0.305	0.307	0.314	0.312	0.315	0.320	0.330	0.320	0.327	0.0211
Glutamic acid	3.954 ^b	3.984 ^b	3.996 ^{ab}	3.995 ^{ab}	4.017 ^{ab}	4.051 ^a	4.101 ^a	4.036 ^a	4.080 ^a	0.0374
Glycine	1.660 ^b	1.705 ^b	1.720 ^{ab}	1.711 ^b	1.726 ^{ab}	1.786 ^a	1.788 ^a	1.787 ^a	1.796 ^a	0.0342
Proline	1.278 ^b	1.276 ^b	1.290 ^b	1.319 ^{ab}	1.311 ^{ab}	1.342 ^a	1.356 ^a	1.350 ^a	1.357 ^a	0.0286
Serine	1.110 ^b	1.158 ^b	1.168 ^b	1.227 ^{ab}	1.228 ^{ab}	1.275 ^a	1.284 ^a	1.282 ^a	1.295 ^a	0.0402
Tyrosine	0.851 ^b	0.901 ^{ab}	0.905 ^{ab}	0.901 ^{ab}	0.902 ^{ab}	0.958 ^a	0.959 ^a	0.933 ^a	0.967 ^a	0.0318

¹ Abbreviated FW, administrated of food-waste diet; DM, administrated of dry matter.

^{ab} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

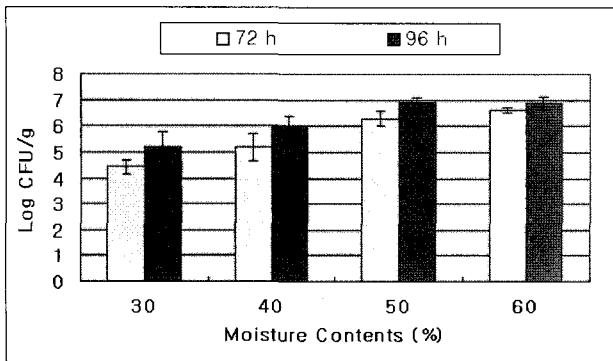


Fig. 4. Microbial counts of *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste after 72 hours and 96 hours according to moisture contents. Vertical bar represents SED for 5 observations per treatment.

시간 처리구에서 8.71%로 가장 낮았다($p < 0.05$). 조섬유의 감소 원인은 AO가 전분과 섬유소 분해능력을 가지고 있기 때문(Gomez-Alarcon 등, 1990; Newbold 등, 1990)이라고 사료된다. 아미노산 함량은 필수 아미노산에서 arginine, iso-leucine, leucine, lysine, phenylalanine, threonine, valine의 함량이 FW에 비해 증가하였으며, 비필수 아미노산에서 alanine, aspartic acid, glutamic acid, glycine, proline, serine, tyrosine의 함량이 증가하였다($p < 0.05$). 따라서 FW에 AO를 접종으로, FW와 비교하여 성분 함량에 큰 변화가 없었으나, 아미노산 함량의 증가는 AFW 사료의 이용성 개선의 가능성을 나타낸다.

AO 접종 FW의 수분과 배양시간에 따른 AO colony 수를 Fig. 4에 나타내었다. 72시간 배양시킨 잔반사료에서 AO colony 수는 30% 처리구에서 4.41 Log CFU/g으로 낮았으며, 50, 60% 처리구에서는 6.30±0.15 Log CFU/g으로 거의 일정하였다. 96시간 배양시킨 FW의 AO colony수는 처리구마다 큰 차이는 없었다.

본 시험의 결과로부터 AO 배양의 수분과 배양시간의 최적 조건은 수분 함량 50%, 배양시간은 72시간 이상이 좋다고 사료된다.

2) <실험 2>

접종균수를 달리하여 배양시킨 FW의 AO colony 수를 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다. 1차 접종에서 AO colony 수는 72시간 배양시 6.29, 6.48, 6.95, 6.77 Log CFU/g이었으며, 96시간 배양시 6.89, 6.98, 6.91, 7.02 Log CFU/g으로 처리구마다 큰 차이는 없었다. 2차 접종에서 0.1 mL 72시간 배양조건으로 AO colony 수가 6.65 Log CFU/g으로 가장 많았으며,

0.01 mL 접종시 colony 수가 4.89 Log CFU/g으로 가장 적었다. 96시간 발효한 colony 수는 각각 7.60, 7.70, 7.55 Log CFU/g으로 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 접종균수는 AO seed에 따라 차이가 있을 수 있겠으나, 0.1 mL 접종이 적정 수준이며, 미생물 FW에 AO 배양에 있어 경제적이다 사료된다.

3. 일반성분 및 아미노산 소화율

Table 5는 기초사료와 FW 사료 및 AFW 사료의 소화율을 비교하였다. 예비시험을 통하여 FW 사료 20% 급여시 기초사료와 큰 차이가 없으므로, FW 사료 40% 수준에서 AO의 효과를 구명하기 위해 수행되어졌다. 본 시험에서 일반성분 소화율은 대조구가 T2에 비하여 모두 높았고($p < 0.05$), AFW 대체사료구(T3, T4)들과의 비교에서는 조지방과 인의 소화율

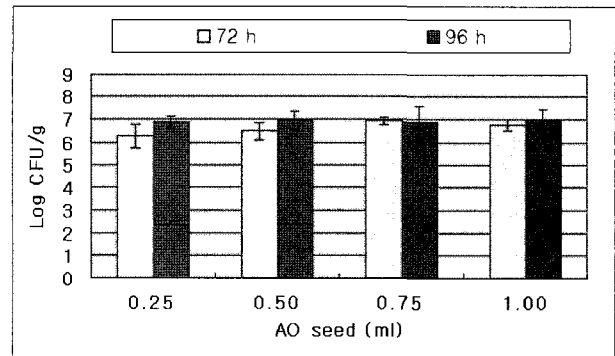


Fig. 5. Microbial counts of *Aspergillus oryzae* inoculating food-waste after 72 hours and 96 hours according to the inoculant *Aspergillus oryzae* counts. Vertical bar represents SED for 5 observations per treatment.

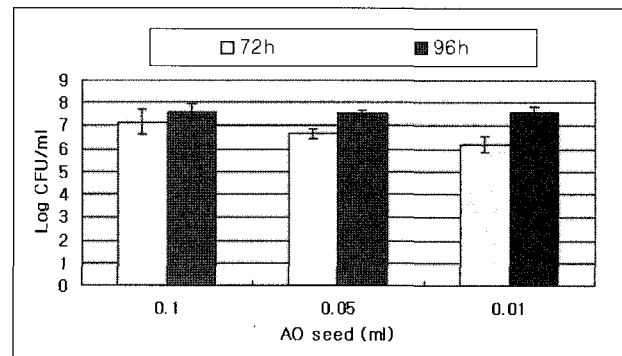


Fig. 6. Microbial counts of *Aspergillus oryzae* inoculating food-waste after 72 hours and 96 hours according to the inoculant *Aspergillus oryzae* counts. Vertical bar represents SED for 5 observations per treatment.

Table 5. Effects of the dried food-waste diets and the *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diets supplementation on nutrients and amino acids digestibility¹

Item (%)	T1	T2	T3	T4	SEM
Dry Matter	70.50 ^a	61.37 ^c	64.82 ^{bc}	65.26 ^b	1.2255
Crude Protein	69.77 ^a	58.12 ^c	63.39 ^b	64.27 ^b	1.4490
Crude Fat	89.45 ^a	86.13 ^b	87.08 ^{ab}	87.95 ^{ab}	0.6469
Crude Fiber	30.99 ^a	21.06 ^b	28.40 ^a	30.28 ^a	1.0280
Crude Ash	46.11 ^a	35.98 ^c	41.58 ^b	41.82 ^b	1.3524
Calcium	29.31 ^a	21.65 ^b	24.68 ^b	24.73 ^b	1.5406
Phosphorus	25.50 ^a	19.37 ^b	22.21 ^{ab}	22.43 ^{ab}	1.5975
Essential amino acid (%)					
Arginine	86.22 ^a	79.80 ^c	82.76 ^b	83.20 ^b	0.6845
Histidine	78.24 ^a	70.49 ^c	74.54 ^{ab}	75.92 ^{ab}	1.2599
Iso-leucine	75.15 ^a	68.69 ^b	71.41 ^b	72.46 ^{ab}	1.1511
Leucine	80.75 ^a	73.62 ^c	75.71 ^{bc}	76.72 ^b	0.7873
Lysine	79.65 ^a	74.93 ^b	77.86 ^a	78.49 ^a	0.8491
Methionine	83.47 ^a	79.56 ^b	80.76 ^b	81.48 ^{ab}	0.8039
Phenylalanine	79.83 ^a	75.01 ^b	76.50 ^b	76.84 ^b	0.9272
Threonine	81.13 ^a	75.53 ^c	77.95 ^b	79.35 ^{ab}	0.7147
Valine	75.13 ^a	69.43 ^b	72.80 ^{ab}	72.82 ^{ab}	1.1772
Non-essential amino acid (%)					
Alanine	82.34 ^a	76.37 ^b	79.75 ^a	80.10 ^a	0.9767
Aspartic acid	81.00 ^a	76.10 ^b	78.06 ^{ab}	79.37 ^{ab}	1.2830
Cystine	81.98 ^a	76.57 ^b	78.67 ^{ab}	79.39 ^{ab}	1.1262
Glutamic acid	88.03 ^a	85.01 ^b	86.48 ^{ab}	87.40 ^a	0.6111
Glycine	82.37 ^a	75.37 ^c	78.04 ^{bc}	79.25 ^b	0.9966
Proline	86.71 ^a	80.72 ^c	82.64 ^{bc}	83.35 ^b	0.8074
Serine	80.24 ^a	75.38 ^b	76.95 ^{ab}	77.00 ^{ab}	1.1486
Tyrosine	78.63 ^a	70.91 ^b	73.18 ^b	73.48 ^b	1.0497

T1; Control, T2; Basal 60%+FW 40%, T3; Basal 60%+FW 20%+AFW 20%, T4; Basal 60%+AFW 40%.

¹ Abbreviations are Basal, basal diet; FW, dried food-waste diet; AFW, *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diet.

^{a-c} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($p < 0.05$).

에서는 유의적 차이가 없었다($p > 0.05$). T3와 T4는 T2에 비해 서 전반적으로 개선됨을 알 수 있고, 특히 조섬유 및 조회분의 소화율이 증가하였다($p < 0.05$). 아미노산의 소화율에 있어서도 대조구가 T2에 비하여 모두 높았고($p < 0.05$), AFW 대체

사료구(T3, T4)와의 비교에서도 필수아미노산 arginine, leucine, phenylalanine과 비필수아미노산 glycine, proline 및 tyrosine의 소화율이 모두 높았다($p < 0.05$). AFW 대체사료구(T3, T4)는 T2와의 비교에서 필수아미노산 arginine, lysine 및 threonine

과 비필수아미노산 alanine의 소화율이 개선되었다($p < 0.05$).

이러한 결과들은 AO가 생균제로서 사료의 소화율을 높여 주는 역할을 한다는(Newbold 등, 1990; Shin 등, 1990) 보고에 서와 같이 대조구와 FW 사료 처리구간 소화율에 차이는, 시험에 이용된 FW 사료의 품질이 기초사료에 비해 영양소 이용율이 낮고, AFW 사료가 AO에 의한 개선 효과로 사료된다.

적 요

남은 음식물에서 *Aspergillus oryzae*(AO)의 유용한 배양조건(시간, 수분함량, 접종균수)을 구하기 위하여 2가지 실험과 닭에서 그 배양물의 영양소 이용율을 구명하기 위하여 본 시험을 수행하였다. <시험 1> 적정 배양시간과 접종균수의 측정을 위하여 수분함량을 30, 40, 50, 60%로 정하였다. 잔반 사료에 접종하는 seed로서 1 mL *Aspergillus oryzae*(AO) (1.33×10^5 CFU/mL)를 이용하였다. 배양을 위한 적정 수분함량은 40~50%였으며 배양시간은 72시간 이상이었다. 계속하여 AO 균수에 의한 효과를 결정하기 위해 AO seed 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 mL를 남은음식물 사료에 접종하였다.

AFW의 AO 균수를 비교하기 위하여 72시간과 96시간 배양하였으나, 접종량에 따른 유의차는 없었다. 다시 수준을 낮추어 0.01, 0.05, 0.10 mL를 접종하고 72시간과 96시간동안 배양한 결과, 72시간 배양 AO colony 수는 0.1 mL 접종 처리구에서 가장 많았다. <시험 2> FW의 배양조건을 결정한 후에, 20수의 5주령 Hubbard중(♂)을 공시하여 소화율 시험을 수행하였다. 처리구는 T1-대조구, T2-기초사료 60%+건조잔반 40%, T3-기초사료 60%+건조잔반 20%+AO균 접종 건조잔반 20%, T4-기초사료 60%+AO균 접종 건조잔반 40% 처리구 등 총 4처리구, 처리구당 5반복씩 20수를 인공항문 장착하여 소화율을 조사하였다. 영양소 소화율에 있어 일반성분과 아미노산은 대조구에 비해 T2 처리구가 전성분에서 낮았고($p < 0.05$), AFW(T3, T4)처리구에 비해 조지방과 인의 소화율에서 차이를 보였다($p < 0.05$). T3와 T4는 T2에 비해 조섬유 및 조회분의 소화율이 증가하였다($p < 0.05$). 대조구는 T3와 T4에 비해 필수아미노산인 arginine, leucine, phenylalanine의 소화율이 높았으나($p < 0.05$), T3와 T4 처리구는 T2 처리구에 비해 필수아미노산 arginine, lysine 및 threonine과 비필수아미노산 alanine의 소화율이 개선되었다($p < 0.05$).

이러한 결과들로부터 건조 잔반의 AO 배양조건 구명과 영양소 이용율 시험을 통해 FW 사료의 품질이 기초사료에 비해 영양소 이용율이 낮고, AFW 사료가 AO에 의해 개선될

수 있음을 시사한다.

인용문헌

- AOAC 1995 Official Method of Analysis(16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC USA.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.
- Eric R, Asher AM, Marion D, Asher M 1995 Purification and characterization of a novel specific phosphatidylglycerol-phosphatidylinositol transfer protein with high activity from *Aspergillus oryzae*. Biochimica et Biophysica Acta pp. 18-24.
- Gomez-Alarcon RA, Dudas C, Huber JT 1990 Influence of cultures of *Aspergillus oryzae* on rumen and total tract digestibility of dietary components. J Dairy Sci 73:703-710.
- Grimes SH, Maurice DV, Lightsey SF, Lopez JG 1997 The effect of dietary fermento on layer hen performance. Journal of Applied Poultry Science 6:399-403.
- Isshiki Y, Nakahiro Y 1988 A technique for attaching an artificial anus using the reversed rectum method in domestic fowl. Jap Poult Sci 25(3):394.
- Mason VC 1984 Metabolism of nitrogen compound in the large gut emphasis on recent findings in the sheep and pig. Proc Nutr Soc 43:45-53.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaram M 1996 Effect of probiotics supplementation on growth, nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. Br Poultry Sci 37:395-401.
- Myer RO, DeBusk TA, Brendemuhl JH, Rivas ME 1994 Initial restaurant food waste products. J Anim Sci 77:685-692.
- Newbold CJ, Williams P, Mackin NA, Wallace RJ 1990 Effects of yeast culture on yeast numbers and fermentation in the rumen of sheep. Proc of Nutr Soc July. 1989.
- SAS. 1999 SAS user guide release 6.11 ed. SAS Inst Inc Cary NC USA.
- Shin HT, Bae HD, Chung KW, Kim YK, Shon JH, Lee SK 1990 Evaluation of live yeast culture as source of probiotics for broiler. 5th AAAP 3:1.
- 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 52:197-203.
- Westendorf ML, Zirkel EW, Gorden R 1996 Feeding food or table waste to livestock. Prof Anim Sci 12:129-137.

- Yoji H, Hiroki I, Yasuhiro K, Fiji E, Akitsugu K, Koji S, Satoshi I 1997 Comparison of two glucoamylases produced by *Aspergillus oryzae* in solid-state culture(Koji) and in submerged culture. *Journal of Fermentation Bioengineering* 84 (6): 532-537.
- 고용균 1998 배지의 종류를 달리하여 배양한 *Aspergillus oryzae* 효모배양물의 급여가 브로일러의 육성성적에 미치는 연구. *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 효모배양물의 급여가 브로일러의 육성 성적에 미치는 영향. *한국축산학회지* 41(1):15-22.
- 김인호 김춘수 1988 활성 효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 급여가 브로일러의 육성효과에 미치는 영향. *한국가금학회지* 15:277-280.
- 김해진 유종상 권오석 민병준 손경승 조진호 진영결 김인호 2005 산란계에 *Bacillus subtilis*의 급여가 계란 품질, 혈액 성분 및 분내 암모니아태 질소 함량에 미치는 영향. *한국가금학회지* 32(1):9-14.
- 손장호 남기홍 1997 닭에 있어서 결장 적출수술 후 케놀라를 주입시키는 인공항문 장착법에 관한 연구. *한국가금학회지* 24(2):91~95.
- 한국사양표준(가금) 2002 농림부·농촌진흥청 축산연구소.