

## *Aspergillus oryzae* 접종 잔반사료가 산란계의 생산성과 계란의 품질에 미치는 영향

황보 중<sup>1,a,†</sup> · 홍의철<sup>1,a,†</sup> · 이병석<sup>1</sup> · 배해득<sup>1</sup> · 김원<sup>2</sup> · 노환국<sup>3</sup> · 김재황<sup>4</sup> · 김인호<sup>5</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 축산연구소, <sup>2</sup>한일사료, <sup>3</sup>한국농업전문학교, <sup>4</sup>경상대학교 동물자원과학부, <sup>5</sup>단국대학교 동물자원학과

### Effects of Feeding *Aspergillus oryzae* Inoculant Food-waste Diets on Performance and Egg Quality in Laying Hens

J. Hwangbo<sup>1,a,†</sup>, E. C. Hong<sup>1,a,†</sup>, B. S. Lee<sup>1</sup>, H. D. Bae<sup>1</sup>, W. Kim<sup>2</sup>, W. G. Nho<sup>3</sup>, J. H. Kim<sup>4</sup> and I. H. Kim<sup>5</sup>

<sup>1</sup>National Livestock Research Institute, <sup>2</sup>Hanilfeed, Co., LTD., <sup>3</sup>Korean National Agricultural College

<sup>4</sup>Division of Animal Science & Technology, Gyeongsang National University, <sup>5</sup>Department of Animal Resource & Science, Dankook University

**ABSTRACT** This study investigated the effect of dried food-waste diets (FW) fermented by *Aspergillus oryzae* (AFW), on egg production and egg quality in laying hens. One hundred sixty eight laying hens, 50 week old, ISA-Brown strain were randomly distributed into 7 treatments with 3 replicates of 8 birds per replicate and fed with standards laying hen diet replaced with FW and AFW at different level Basal Diet, 25, 50, 75%, respectively. There was a significant decrease in feed intake for FW 50% diet and egg production was statistically lower in all FW diet treatments( $p<0.05$ ). Water consumption was increased as the replacement increased. Egg weight, egg shell thickness and strength were similar among treatments. However, egg yolk color and Haugh unit showed distinct differences when FW were added to their diets( $p<0.05$ ). No difference was observed in egg yolk cholesterol.

It seems that FW diet could decrease the egg production, but would be able to improve egg quality. From this results, AO seemed applicable to laying hen diet as supplements.

(Key word: food-waste, *Aspergillus oryzae*, performance, laying hen)

## 서 론

생균제는 외부로부터 유익균을 공급함으로써 장내 유익균의 세균을 유지시켜 병원균의 증식을 억제하는 기능을 한다(Fuller, 1973; Baba 등, 1991; Weinack 등 1985; Morishita 등, 1997). *Aspergillus oryzae*(AO)는 최근 연구되고 생균제의 일종으로, 가금류에 대한 연구된 결과를 보면, AO 배양물을 급여함으로써 산란율과 사료효율이 개선되고(Hams와 Miles, 1998), AO가 포함된 미생물 혼합제제를 산란계에 급여시 산란을 증가 및 난각질 개선과 혈액 및 난황의 cholesterol이 저하된다(Mohan 등, 1995). 따라서 AO 배양물로서 가축에 급여하였을 때 가축의 생산성을 높일 수 있는 배지의 선별이 중요하다.

남은 음식물은 영양소의 함량이 높아 양질의 사료자원이

될 수 있으며, 효모나 곰팡이와 같은 생균제를 접종시켜 발효시킨 경우에 효모 배양물이나 곰팡이 배양물로 사료에 첨가하여 이용할 수 있다. 남은 음식물의 효과적인 발효 부산물은 다량의 유산균, 가축 성장에 필요한 유익균 등 여러 균주에서 분비한 효소들이 함유되어 있기 때문에 가축 사료에 첨가하여 주는 유산균제 또는 효소제제를 대체할 수 있다(김판경 등, 1998).

따라서 본 시험은 AO균을 접종하여 발효시킨 잔반사료를 AO 배양물로 이용하여 산란계에 급여하였을 때, 산란계의 생산성 및 계란의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행하였다.

## 재료 및 방법

<sup>a</sup> First two authors equally contributed to this work.

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed : kohb@rda.go.kr, coldboy72@hanmail.net

### 1. 실험 설계

본 시험은 산란율이 유사한 50주령의 ISA Brown종 산란계 168수를 선별하여 6주간 시험에 실행하였다. 공시균주는 *Aspergillus oryzae* KACC40242(AO)로, 일반 건조잔반(FW) (푸른환경, 서울 서초구)을 배지로서 AO 접종 잔반(AFW)을 대체급여하였다.

기초사료로서 옥수수-대두박 위주사료를 갈색종 산란계 증기사료(한국사양표준(가금), 2002)를 이용하였으며(Table 1), 일반 건조 잔반(dried food-waste, FW)과 AO 접종 잔반(*Aspergillus oryzae* inoculant food-waste, AFW)을 기초사료에 각각 25, 50, 75%씩 대체하여 일정 비율로 배합하여 각각의 시험사료로 공시하고, 기초사료(basal diet, Basal)를 대조구(CON)로 하였으며, 시험구는 FW와 AFW를 각각 25, 50, 70%씩 대체하여 6주간 시험을 수행하였다. 공시사료의 일반성분은 AOAC(1995)에 의해 분석하였다. Table 2와 3은 각각 FW와 AFW의 성분 함량과 처리구별 시험사료의 일반 성분을 나타낸 것이다.

### 2. 사양관리

사양관리는 3단 직립 철제 케이지(25×37×37cm)에 케이지 당 1수씩 일주일간 적응시킨 후 50주령부터 시험에 공시하였다. 시험사료는 자유급이 하였으며, 급수는 니플을 통하여 자유 음수시켰다. 점등관리는 17L/7D 방법으로 하였고 시험기간 중 계사내 평균온도는 20±1℃로 조정하였으며, 습도는 55±10%를 유지하였고, 기타 사양관리는 농촌진흥청 축산연구소의 사육 관행에 따라서 수행하였다.

### 3. 조사항목

#### 1) 사료섭취량, 음수량 및 산란율

사료섭취량과 음수량은 시험기간 중 1주일 간격으로 측정하였으며, 음수량은 니플 급수 잔량을 측정하여 계산하였다. 음수 소실량은 일정한 무게의 솜을 바닥에 깔고 철사로 고정시킨 후 그 무게를 측정하여 계산하였다. 산란율은 시험기간 중 계란을 매일 채집하여 처리구별로 총 산란수를 연 사육수수로 나누어 백분율(Hen day average)로 구하였다.

#### 2) 난질 평가

난중은 개시시와 매주 집란한 계란을 전자저울을 이용하여 측정하였다. 난각 두께는 Digital indicator(Nitutoyo Co., Japan)를 이용하였으며, 난각 강도는 FHK (Fujihara Co. LTD, Saitama, Japan)를 이용하여 측정하였다. 난중, Haugh unit (HU)

및 난황색은 QCM+ (Technical Services and Supplies, York, England)를 이용하여 측정하였다. 난황내 콜레스테롤은 kit (Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Japan)을 이용한 enzymatic assays 방법으로 측정하였다.

### 4. 통계처리

모든 자료는 SAS(1999)의 general linear model procedure를 이용하여(Petersen, 1985) Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 처리하여 평균간의 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 산란율, 사료섭취량 및 음수량

**Table 1.** Feed formula(ingredients) and chemical composition

Ingredients	%
Corn	54.00
Wheat bran	9.70
Soybean meal	18.00
Corn gluten meal	5.00
Salt	0.30
Vit.-mineral premix <sup>1</sup>	0.50
L-lysine	0.50
DL-methionine	0.50
Limestone	7.50
Tricalcium phosphate	1.00
Chemical composition <sup>2</sup>	
ME(kcal/kg)	2,650
Crude protein (%)	15.00
Lysine (%)	0.70
Methionine (%)	0.30
Calcium (%)	3.28
Phosphorus (%)	0.63

<sup>1</sup> Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 12,3000 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> Calculated values.

**Table 2.** The chemical compositions of the dried food-waste diet and *Aspergillus oryzae* ferment<sup>1</sup>

Items	FW	AFW
Chemical composition <sup>2</sup> (%, DM basis)		
GE(kcal/kg)	4,327	4,413
Dry matter	88.80	89.01
Crude protein	22.57	23.14
Crude fat	12.19	12.37
Crude fiber	9.15	8.89
Crude ash	14.62	14.67
Calcium	5.07	5.40
Phosphorus	1.12	1.15
Salt	2.96	2.29
Lysine	1.107	1.284
Methionine	0.692	0.637

<sup>1</sup> Abbreviations are FW, dried food-waste; AFW, *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste; DM, dry matter; GE, gross energy.

<sup>2</sup> Calculated values.

Table 4는 FW와 AFW를 각각 0, 25, 50, 75%씩 대체 급여 시 산란계의 생산성을 나타낸 것이다. 사료섭취량은 FW 사료 50% 처리구에서 92.3 g으로 대조구와 유의차가 나타났으나( $p < 0.05$ ), 다른 처리구와 대조구 사이에서는 차이가 없었다. 산란율은 대조구 89.8%에 비해 AFW 25% 처리구에서 81.3%를 제외한 전처리구에서 감소하였다( $p < 0.05$ ). AO 배양 물을 급여함으로써 산란율과 사료효율이 개선되고(Hams와 Miles, 1998), 시험기간 중 FW 50, 75% 처리구와 AFW 50% 처리구에서 섭취량은 각각 92.3, 105.2, 108.4 g이었고 산란율은 60.2, 63.7, 66.1%로 감소하였으며, 이들 처리구에서 각각 2, 1, 1수씩 환우 하는 것이 발견되었다. 이것은 환우가 사료섭취량과 산란율에 영향을 미친 것으로 가끔환우가 영양소의 변화에 의해 일어날 수 있음을 시사한다(Woodward 등, 2005; Donalson 등, 2005). 음수량은 FW와 AFW의 수준 증가에 따라 상대적으로 증가하여 FW 75% 처리구에서 318 mL로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 황보 종 등(2005)은 사료내 염분 함량의 증가에 따라 사료 섭취량은 감소하고 음수량이 증가된다고 보고하였다. 따라서, 섭취량과 음수량의 변화는 염분의 함량과 관련되는 것으로 사료된다. 그러나 황보종 등(2005)은 자유 음수의 조건하에서 4%의 염분 함량에도 산란율에는 크게 변화가 없었다고 하였으므로 본 시험의 산란율 감소는 다른 원인에서 기인된 것으로 사료된다. 건조 잔반의

**Table 3.** Chemical compositions of experimental diets for 6 weeks (50~56 week)<sup>1</sup>

Items	CON	FW (%)			AFW (%)		
		25	50	75	25	50	75
Chemical composition (%)							
GE(kcal/kg)	3,605	3,786	3,966	4,147	3,807	4,009	4,211
Dry matter	88.29	88.29	88.58	88.88	88.50	89.01	89.51
Crude protein	15.54	17.30	19.06	20.81	17.44	19.34	21.24
Crude fat	3.39	5.59	7.79	9.99	5.64	7.88	10.13
Crude fiber	2.55	4.20	5.85	7.50	4.14	5.72	7.31
Crude ash	6.86	8.80	10.74	12.68	8.81	10.77	12.72
Calcium	3.28	3.73	4.18	4.62	3.81	4.34	4.87
Phosphorus	0.63	0.75	0.88	1.00	0.76	0.89	1.02
Lysine	0.694	0.797	0.901	1.004	0.842	0.989	1.137
Methionine	0.286	0.388	0.489	0.591	0.374	0.462	0.549

<sup>1</sup> Abbreviations are CON, control (basal diet); FW, dried food-waste diet; AFW, *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diet; GE, administrated of gross energy.

**Table 4.** Effects of the fermented food-waste diets on the feed intakes, water intakes and egg production in laying hens for 6 weeks (50~56 weeks)<sup>1</sup>

Items	CON	FW (%)			AFW (%)			SEM
		25	50	75	25	50	75	
Feed intake(g)	117.9 <sup>a</sup>	118.9 <sup>a</sup>	92.3 <sup>b</sup>	105.2 <sup>ab</sup>	205.5 <sup>a</sup>	108.4 <sup>ab</sup>	115.4 <sup>a</sup>	8.9
Egg production(%)	89.8 <sup>a</sup>	75.8 <sup>b</sup>	60.2 <sup>c</sup>	63.7 <sup>c</sup>	81.3 <sup>ab</sup>	66.1 <sup>c</sup>	70.3 <sup>bc</sup>	4.38
Water intake(mL)	205 <sup>c</sup>	225 <sup>bc</sup>	293 <sup>ab</sup>	318 <sup>a</sup>	234 <sup>bc</sup>	267 <sup>b</sup>	292 <sup>ab</sup>	15.3

<sup>1</sup> Abbreviations are CON, control (basal diet); FW, dried food-waste diet; AFW, *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diet.

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $p < 0.05$ ).

**Table 5.** Effects of the fermented food-waste diets on egg quality in laying hens for 6 weeks (50~56 week)<sup>1</sup>

Items	CON	FW (%)			AFW (%)			SEM
		25	50	75	25	50	75	
Egg weight(g)	63.7	62.8	65.7	65.3	64.1	65.6	63.6	2.55
Eggshell thickness(mm)	0.324	0.339	0.342	0.328	0.333	0.327	0.339	0.01
Eggshell breaking strength (kg/cm <sup>2</sup> )	4.54	3.75	4.78	4.27	4.25	4.17	4.64	0.07
Haugh unit (HU)	65.7 <sup>c</sup>	75.8 <sup>b</sup>	81.9 <sup>a</sup>	83.4 <sup>a</sup>	77.3 <sup>b</sup>	83.2 <sup>a</sup>	84.3 <sup>a</sup>	2.01
Egg yolk color	8.5 <sup>c</sup>	10.4 <sup>b</sup>	11.3 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	10.2 <sup>b</sup>	11.5 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	0.23

<sup>1</sup> Abbreviations are CON, control (basal diet); FW, dried food-waste diet; AFW, *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diet.

<sup>a,b,c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly ( $p < 0.05$ ).

**Table 6.** Contents of cholesterol in egg yolks from laying hens fed FW and AFW for 6 weeks (50~56 week)<sup>1</sup>

Items	CON	FW(%)			AFW(%)			SEM
		25	50	75	25	50	75	
TC mg/g of yolk	12.92	10.83	13.22	12.54	10.45	12.67	11.36	1.42
TC mg/60g egg	210.1	191.1	186.5	208.1	203.0	212.6	189.3	15.8

<sup>1</sup> Abbreviations are CON, control (basal diet); FW, dried food-waste diet; AFW, *Aspergillus oryzae* inoculant food-waste diet; TC, total cholesterol.

사료화는 산란률의 저하와 환우 발생의 원인이 될 수 있고, 이는 산란계 생산성에 많은 영향을 줄 것으로 이에 대한 추후 연구가 요구된다.

## 2. 난질 평가

기초사료에 FW와 AFW를 각각 0, 25, 50, 75%씩 대체급여시 계란의 품질에 대한 결과를 Table 5와 Table 6에 나타내었다. 난중은 62.8~65.7 g, 난각 두께는 0.324~0.342 mm 및 난각 강도는 3.75~4.78 kg/cm<sup>2</sup>였으며, 전처리 구간에 차이

가 없었다( $p > 0.05$ ). 그러나, 호우유니트와 난황색은 FW와 AFW의 대체 수준이 증가할수록 상대적으로 뚜렷이 개선되었으나( $p < 0.05$ ), FW 50, 75% 처리구와 AFW 50, 75% 처리구 간에는 차이가 없었다. 이것은 FW의 50% 이상의 첨가로 호우유니트와 난황색에 더 이상의 영향을 미치지 않음을 시사한다. 그러나 AO가 포함된 미생물 혼합제제 급여시 난각질의 개선과 혈액 및 난황의 cholesterol이 저하된다(Mohan 등, 1995)고 하였으나, 본 연구에서는 난각질의 개선과 난황내 cholesterol은 전처리구에서 차이가 발견되지 않았다.

이러한 결과로부터, 건조 잔반은 산란계의 생산성을 저하시키지만, 난질의 개선을 가져올 수 있다. 이러한 환경 오염 물질의 재활용과 국내 부존 자원의 개발의 차원에서 국내 건조 잔반의 특성과 개선된 AFW 사료에 관한 연구가 추후 기대된다.

## 적 요

본 시험은 시중에 유통되고 있는 일반 건조 잔반을 AO 배양물로서 산란계에 급여하여, 산란계의 생산성과 계란 품질에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 시험축은 평균 체중이  $1.5 \pm 0.5$ kg인 50주령 산란계(ISA-Brown)를 공시하였고, 기초사료로 산란계 증기 사료를 급여하였으며, 시험사료는 대조구(Control), 잔반사료(FW)와 AO 배양물사료(AFW)를 각각 25%, 50%, 75%씩 기초사료를 대체하여 총 7 처리구, 3반복, 반복당 8수씩 168수를 공시하였다.

시험기간 중 사료섭취량에서 전처리구간 차이는 없었으나, FW구의 50%처리구에서 대조구에 비해 유의적으로 감소했고, 산란률에 있어서는 대조구 89.8%에 비해 AFW 25% 처리구에서는 차이가 없었으나, 전 처리구에서 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ). 음수량은 잔반 사료의 대체 수준에 따라 증가하였다( $p < 0.05$ ). 난중, 난각 두께 및 난각 강도는 전 처리구간 차이가 없었다. 호우유니트와 난황색에서는 남은 음식물 사료의 첨가에 따라 뚜렷한 차이를 보였으나( $p < 0.05$ ) 50% 이상의 첨가에서는 차이가 없었다. 남은 음식물 사료의 첨가에 따른 난황내 콜레스테롤 함량에는 전 처리구간 차이가 없었다. 이러한 결과로부터, 잔반 사료는 산란율을 떨어뜨리지만, 난질 개선에 효과가 있고, 산란계 사료의 첨가제로서 AO 접종 잔반 사료의 사용이 가능할 수 있음을 시사한다.

## 인용문헌

AOAC 1995 Official Method of Analysis(16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC USA.  
 Baba ES, Nagaishi S, Fukata T, Arakawa A 1991 The role of intestinal microflora on the prevention of *Salmonella* colonization in gnotobiotic chickens. *Poult Sci* 70:1902-1907.  
 Donalson LM, Kim WK, Woodward CL, Herrera P, Kubena

LF, Nisbet DJ, Ricke SC 2005 Utilizing difference ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. *Poultry Sci* 84:362-369.  
 Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.  
 Fuller R 1973 Ecological studies on the *Lactobacillus* flora associated with the crop epithelium of the fowl. *J Appl Bacteriol* 36:131-139.  
 Hams RH, Miles RD 1988 Research note: Influence of Fermacto<sup>®</sup> on the performance of laying hens when fed diets with different levels of methionine. *Poultry Sci* 67:842-844.  
 Mohan BR, Kadirvel R, Bhaskaran M, Natarajan A 1995 Effect of probiotic supplementation on serum/yolk cholesterol and on egg shell thickness in layers. *Br Poultry Sci* 37:799-803.  
 Morishita TY, Aye PP, Harr BS, Cobb CW, Clifford JR 1997 Evaluation of an avian-specific probiotic to reduce the colonization and shedding of *Campylobacter jejuni* in broilers. *Avian Dis* 41(4): 850-855.  
 Petersen RG 1985 Design and analysis of experiments. Oregon State University. Corvallis Oregon USA.  
 SAS 1999 SAS user guide. release 6.11 edition. SAS Inst Inc Cary NC USA.  
 Sauter EA, Stadelman WJ, Hams V, McLaren BA 1951 Methods for measuring yolk index. *Poult Sci* 30:629-630.  
 Weinack OM, Snoeyenbos GH, Soerjadi-Liem AS 1985 Further studies on competitive exclusion of *Salmonella typhimurium* by Lactobacilli in chickens. *Avian Dis* 29: 1273-1276.  
 Woodward CL, Kwon YM, Kubena LF, Byrd JA, Moore RW, Nisbet DJ, Ricke SC 2005 Reduction of *Salmonella enterica* serovar *enteritidis* colonization and invasion by an alfalfa diet during molt in Leghorn hens. *Poultry Sci* 84:185-193.  
 김판경 박승춘 손천배 김명희 오태광 1998 동물 사료화를 위한 음식물 쓰레기의 미생물 분포 변화. *한국임상수의학회지* 15(1):156-161.  
 한국사양표준(가금) 2002 농림부·농촌진흥청 축산연구소.  
 황보 중 홍의철 노환국 이병석 배해득 최낙진 정준용 강환구 장애라 박병성 2005 사료내 염분 함량이 육계와 산란계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 32(3):195-202.