

효모(*Saccharomyces exiguus*)의 급여가 육계 생산성, 맹장내 미생물 및 분내 암모니아 가스 발생에 미치는 영향

김동욱 · 장병귀[†] · 김지혁 · 유동조 · 강근호 · 강환구 · 나재천 · 김상호 · 이덕수 · 서옥석
축산과학원 축산자원개발부 가금과

Effect of Dietary Yeast (*Saccharomyces exiguus*) on Growth Performance, Cecal Microflora and Fecal Ammonia Gas in Broiler Chickens

D. W. Kim, B. G. Jang[†], J. H. Kim, D. J. Yu, K. H. Kang, H. G. Kang, J. C. Na, S. H. Kim, D. S. Lee and O. S. Suh
Poultry Science Division, National Institute of Animal Science, Korea

ABSTRACT This experiment was conducted to investigate the effects of dietary yeast (*Saccharomyces exiguus*) supplementation on growth performance, cecal microflora and fecal ammonia gas in broiler chicks. A total of two hundred seventy, 1-d-old male broiler chicks (Ross strain) were randomly allotted to nine pens (replicates), 30 birds per pen. There were three dietary treatments with three replicates. The treatments were control (virginiamycin 0.05%+salinomycin 0.03%), *Saccharomyces exiguus* 0.5 and 1.0%.

Total body weight gain were significantly higher in *Saccharomyces exiguus* 1.0% treatment than the control ($P<0.05$). Although not significant, the yeast supplementation tended to improve the feed conversion ratio. No significant differences were observed on the numbers of cecal *E. coli*, *Salmonella* and *Lactobacillus* in yeast treatments compared to those of control. The production of fecal ammonia gas was significantly lower in yeast treatments than the control ($P<0.05$). The concentrations of fecal short chain fatty acids and volatile organic compounds were not different among the groups.

These results suggest the possibility that yeast (*Saccharomyces exiguus*) could be used as the alternative of antibiotic growth promoters by improving the performance of broiler chicks.

In addition, dietary yeast could improve the environment of broiler houses by reducing fecal ammonia production.

(Key words : yeast, *Saccharomyces exiguus*, broiler, growth performance, fecal noxious gas)

서 론

항생제는 가축의 생산성 극대화, 고밀도 사육 및 열악한 사육 환경으로 인한 질병 발생의 예방 등을 목적으로 가축 사료에 사용되어 왔다. 그러나 축산물 내 항생제 잔류 및 내성 등의 문제, 수입 축산물과의 차별화 및 소비자의 위생적이고 안전한 먹거리에 대한 요구 등에 맞춰 안전한 축산물 생산으로의 전환이 필요한 현실이다. 이러한 현실의 타개를 위하여 가축에서 성장촉진용 항생제 대체제 개발 및 사육 환경 개선을 위한 연구가 지속적으로 증가하여왔다.

효모는 생산성 향상, 영양소 이용률 개선, 장내 미생물 균형 및 장관 환경의 안정화 등의 효과를 발휘하여 항생제 대

체제로서의 가능성이 시사되어 왔다(Valdivie, 1975; Onifade 등, 1999). 효모는 단백질, 효소, 비타민뿐만 아니라 미지 성장 인자를 포함하고 있어 가축 생산에 긍정적인 영향을 미칠 수 있으며(Kornegay 등, 1995), 섬유소 및 지방의 소화율을 개선하고 phytase를 생성하여 phytic acid의 이용율을 향상시킨다고 보고된 바 있다(Thayer 등, 1978). 뿐만 아니라 질소 대사를 향상시킴으로(Wiedmeier 등, 1987; Cole 등, 1992) 분내 질소 함량을 감소시켜 유해가스 발생을 줄일 수 있다(김재황 등, 2001). Anderson 등(1999)은 mannan 등 효모의 세포벽 구성 성분은 장내 병원성 미생물의 집락 형성을 저해하고 장내 병원성 미생물 및 독성 물질 등을 감소시킬 수 있으며, 이를 통해 가축의 건강 유지 및 성장 성적 향상 등 긍정

[†] To whom correspondence should be addressed : bgjang@rda.go.kr

적 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. 또한 van Heughten 등 (2003)은 살아있는 효모의 첨가 급여는 가축의 질병 저항성 및 면역 반응을 향상시킬 수 있다고 보고하였다. 이밖에 *Saccharomyces cerevisiae* 세포 성분을 육계에 첨가 급여한 시험에서 효모 성분은 장 용모 발달 및 계육의 산화 안정성을 증가시켰다는 보고도 있었다(Zhang 등, 2005).

따라서, 본 연구는 육계 사료 내 효모(*Saccharomyces exiguus*)의 첨가 급여가 육계 생산성 및 계분 내 유해가스 발생량에 미치는 영향을 구명하고 실험 결과 효모가 항생제 대체 및 환경 개선제로 이용 가능성 여부를 판단하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시험 동물 및 시험 설계

사료 내 효모(*Saccharomyces exiguus*)의 첨가가 육계 생산성 및 계분 내 암모니아 가스 발생량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1일령 육계 수평아리(Ross strain) 270수를 공시하여 3처리, 3반복, 반복당 30수씩 배치하여 35일간 사양시험을 실시하였다. 항생제 첨가구(virginiamycin 0.05%+salinomycin 0.03%)를 대조구로 하였으며, 무항생제 사료에 *Saccharomyces exiguus* (7.5×10^8 CFU/g)를 각각 0.5% 및 1.0% 첨가 급여하여 효모 처리구를 두었다.

2. 시험 사료 및 사양 관리

시험 사료는 NRC 사양 표준(1994)에 근거하여 단백질과 에너지 함량을 동일하게 배합하였으며, 육계 전기(3,100 kcal/kg, CP 22.0%)와 육계 후기(3,100 kcal/kg, CP 20.0%) 사료로 나누어 공급하였다. 시험 사료 배합 및 조성은 Table 1에 나타내었다. 공시계는 반복당 30수씩 floor pen에서 사육하였으며, 사료 급여 및 급수기의 숫자는 반복구별 동일하게 배치하였다. 사료와 물은 자유 채식 및 자유 음수시켰으며, 사양 실험 전 기간동안 24시간 종일 점등을 실시하였다.

3. 조사 항목

1) 육계 생산성

체중과 사료 섭취량은 전기(0~3주), 후기(4~5주)에 측정하였으며, 조사된 사료 섭취량과 증체량을 근거로 사료 요구율을 산출하였다.

2) 맹장 내 미생물 균총

Table 1. Formula and chemical composition of the basal diet

	Phase I	Phase II
	---- % ----	
Corn	53.44	61.64
Soybean meal	33.65	27.88
Corn Gluten meal	4.16	4.00
Soybean oil	4.68	3.06
Limestone	1.02	0.08
Tricalcium phosphate	2.01	0.05
Salt	0.25	1.23
DL-methionine	0.27	1.31
Lysin-HCl	0.02	0.25
Vitamin-mineral mixture ¹	0.50	0.50
Total	100.0	100.0
Calculated value		
ME (kcal/kg)	3,100	3,100
Crude protein (%)	22.0	20.0
Methionine (%)	0.50	0.38
Lysine (%)	1.11	1.00
Ca (%)	1.00	0.90
Available P (%)	0.50	0.35

¹ Vitamin-mineral mixture provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 15,000 IU; vitamin D₃, 1,500 IU; vitamin E, 20.0 mg; vitamin K₃, 0.70 mg; vitamin B₁₂, 0.02 mg; niacin, 22.5 mg; thiamin, 5.0 mg; folic acid, 0.70 mg; pyridoxin, 1.3 mg; riboflavin, 5 mg; pantothenic acid, 25 mg; choline chloride, 175 mg; Mn, 60 mg; Zn, 45 mg; I, 1.25 mg; Cu, 10.0 mg; Fe, 72 mg; Co, 2.5 mg.

맹장 내 미생물 균총의 변화를 조사하기 위해서 반복당 2수씩 도살하여 맹장 내용물을 채취한 후 *Salmonella*, *E. coli* 및 *Lactobacillus*의 수를 측정하였다. 양쪽 맹장의 내용물을 혼합하여 사용하였으며, 채취된 맹장 내용물은 생리식염수로 10^{-9} 까지 계단 희석하였다. 단계적으로 희석된 내용물을 SS agar, MacConkey agar 및 MRS agar 평판 배지에 각각 접종하였다. 혐기적 또는 호기적 조건에서 배양한 후 균수를 측정하여 맹장 내용물 1 g 당 CFU (colony forming unit)로 계산한 후 \log_{10} 으로 환산 표기하였다.

3) 계분 내 유해가스 발생량

실험 종료 후 생체중의 평균 범위에 해당하는 개체를 처리구별 5수씩 선발하여 1일 동안 배설된 분을 채취하였다. 깃털과 이물질 등을 제거한 후 500 mL 유리 용기에 넣고 30 °C 배양기에 보관하였다. 36시간 경과 후 12시간 간격으로 H₂S 및 NH₃ 가스 검지관(Gastec, Kanagawa, Japan)을 이용하여 유해 가스 발생량을 측정하였다.

4) 계분 내 저급 지방산 및 휘발성 유기 화합물

계분 내 저급지방산 및 휘발성 유기 화합물 발생량을 조사하기 위하여 실험 종료 후 생체중의 평균 범위에 해당하는 개체를 처리구별 15수씩 선발하여 1일 동안 배설된 분을 채취하였다. 계분 250 g을 밀폐된 시료병에 담아 10°C, 25°C, 37°C의 배양기에 넣고 혐기 조건에서 9일 동안 배양하였다. 배양기간 동안 동일한 시간에 Canister (Maximum pressure 40PSIG, SilcoCan™)를 이용하여 발생한 가스를 포집하였다. Gas chromatography (Saturn 2000R, Varian Inc., USA)를 이용하여 포집한 시료의 저급 지방산 및 휘발성 유기 화합물 함량을 분석하였다.

4. 통계 처리

실험에서 얻어진 모든 자료들의 통계 분석은 Statistical Analysis System (SAS release ver 9.1, 2002) 의 General Linear Model (GLM) procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리구간에 유의성은 Duncan's multiple range-test(Duncan, 1955)를 이용하여 5% 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 육계 생산성

*Saccharomyces exiguus*의 첨가 급여가 육계 생산성에 미치는 영향은 Table 2에 나타내었다. 5주 종료 체중 및 증체량에 있어서 대조구인 항생제 처리구에 비해 효모의 첨가 수준에 따라 유의하게 증가하였다($P < 0.05$). 사료 섭취량에 있어서는 전 처리구간 차이가 관찰되지 않았으며, 사료 요구율은 대조구에 비해 효모 첨가 급여시 개선되는 경향이 나타났으나 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 박재홍 등(2003)은 육계 사료 내 효모 배양물을 첨가한 시험에서 효모 배양물 0.2% 급여시 육계 생산성이 개선되었다고 보고하였으며, Zhang 등(2005)은 효모 성분을 육계에 첨가한 시험에서 대조구에 비해 증체량이 유의하게 증가하였다고 보고하였다. Kor-

negay 등(1995)은 효모는 단백질, 효소, 비타민뿐만 아니라 성장 인자(growth factor)를 포함하고 있어 가축 생산에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 본 시험 결과, *Saccharomyces exiguus*의 급여시 생산성에 있어서 대조구인 항생제 첨가구에 비해 유의하게 향상되었으며, 이는 영양소 소화율 향상 및 장내 환경 개선에 기인한 것으로 생각된다.

2. 맹장 내 미생물 균총 변화

육계사료 내 *Saccharomyces exiguus*의 첨가 급여에 따른 맹장 내 미생물 균총 변화는 Table 3에 나타내었다. *E. coli*의 수는 대조구인 항생제 처리구와 비교해서 *Saccharomyces exiguus*의 첨가 수준에 따라 감소하는 경향을 보인 반면, *Lactobacillus* 수는 증가하는 경향을 보였다. *Salmonella* 수는 처리구간 차이가 없었다. *Saccharomyces cerevisiae*을 자돈 및 비육돈에 첨가 급여한 시험에서 *E. coli*의 수가 유의하게 감소

Table 2. Effects of dietary yeast (*Saccharomyces exiguus*) on growth performance in broiler chicks

	<i>Saccharomyces</i>			SEM ¹
	Control	<i>exiguus</i>		
		0.5%	1.0%	
Initial body weight (g/bird)	46.1	46.8	46.7	0.16
Final body weight (g/bird)	1,507 ^b	1,537 ^{ab}	1,582 ^a	22.50
Body weight gain (g/bird)	1,461 ^b	1,490 ^{ab}	1,535 ^a	22.34
Feed intake (g/bird)	2,344	2,300	2,376	42.38
Feed conversion rate (feed/gain)	1.61	1.55	1.55	0.02

Values are means.

¹ Pooled standard error of the mean.

^{ab} Means with the different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

Table 3. Effects of dietary yeast (*Saccharomyces exiguus*) on cecal microflora in broiler chicks

	Control	<i>Saccharomyces exiguus</i>		SEM ¹
		CFU log ₁₀ /g		
	0.5%	1.0%		
<i>E. coli</i>	7.350	7.022	6.579	0.18
<i>Salmonella</i>	7.418	7.942	7.797	0.23
<i>Lactobacillus</i>	8.322	8.463	8.717	0.06

Values are means.

¹ Pooled standard error of the mean.

한 반면 *Lactibacillus* 수는 유의하게 증가하였다고 보고된 바 있다(홍종욱 등, 2002). 또한 Line 등(1998)은 육계사료 내 *Saccharomyces boulardii*의 첨가 급여가 *Salmonella*의 장내 집락 형성을 저해하였다고 보고하였다. 효모는 경쟁적 배제 및 장내 환경 변화를 통해 장내 병원균 생성을 억제하고, 장내 미생물 균총 변화에 영향을 줄 수 있다고 보고되어져 왔다. Spring 등(2000)은 효모 세포벽 성분 중 하나인 mannose는 *E.coli* 및 *Salmonella*와 결합하여 이들 유해균이 장관 상피 세포에 부착하는 것을 저해한다고 보고하였다. 본 시험 결과, 무항생제 처리구를 두지 않아 장내 미생물 균총에 미친 영향에 대해 정확한 판단을 하기는 어려우나, 대조구인 항생제 첨가구와 *Saccharomyces exiguus* 처리구간 유의적 차이가 없는 것으로 보아 장내 병원균 감소 및 장내 균총 안정화에 관여하였을 것으로 생각된다.

3. 분내 암모니아 가스 발생량

분내 암모니아 가스 발생량에 있어서 *Saccharomyces exiguus*의 사료 내 첨가가 미치는 영향은 Table 4에 나타내었다. H₂S는 계분 내에서 검출되지 않았으며, 암모니아 발생량이 72시간 후를 제외한 36, 48 및 60시간 후 대조구에 비해 효모 처리구에서 유의하게 감소하는 것을 볼 수 있었다($P < 0.05$). 박재홍 등(2003)은 효모 배양물의 육계 첨가 급여가 연변 발생 및 질소 이용율에 영향을 미쳐 계사 내 암모니아 및 이산화탄소 농도를 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 홍종욱 등(2002)은 자돈 및 비육돈의 생균제 급여 시험에서 분내 암모니아 태 질소 함량이 생균제 첨가시 유의하게 감소하였다고 하였다. 본 시험 결과, 계분 내 암모니아 가스 발생량이 효모 첨가

Table 4. Effects of dietary yeast (*Saccharomyces exiguus*) on fecal NH₃ gas in broiler chicks

	Time (hr)			
	36	48	60	72
	---- ppm ----			
Control	7.88 ^a	11.63 ^a	9.75 ^a	7.00
<i>Saccharomyces exiguus</i> 0.5%	2.25 ^b	3.38 ^b	5.88 ^b	7.13
<i>Saccharomyces exiguus</i> 1.0%	5.88 ^a	5.13 ^b	5.50 ^b	4.75
SEM ¹	1.65	2.51	1.36	0.77

Values are means.

¹ Pooled standard error of the mean.

^{a,b} Means with the different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

급여에 따라 유의하게 감소하였으며, 이는 효모에 의한 장내 환경 안정 및 소화율 향상에 기인한 것으로 생각되나 추후 영양소 이용율 및 소장의 음모 변화 등 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

4. 계분 내 저급 지방산 및 휘발성 유기 화합물

계분 내 저급 지방산 및 휘발성 유기 화합물 함량은 Table 5에 제시하였다. *Saccharomyces exiguus* 첨가에 따른 저급 지방산 및 휘발성 유기 화합물 함량에서는 유의한 차이를 관찰할 수 없었다. 홍종욱 등(2002)은 비육돈에서 생균제 첨가 급여시 분내 propionic acid 및 butyric acid 등의 휘발성 지방산 함량이 감소하였다고 보고하였다. 반면, Mathew 등(1998)은 이유자돈을 이용한 시험에서 효모 첨가에 따른 미생물 활성 지표인 소화관 내 미생물 균총 및 휘발성 지방산 농도의 변화는 관찰되지 않았다고 하였다. 본 시험 결과, 저급 지방산 및 휘발성 유기 화합물의 처리구간 변화는 관찰되지 않았으나, 시료 수의 부족 및 시료 간 분석 결과의 편차가 커서 판단을 하기에는 어려움이 있었다.

적 요

본 연구는 *Saccharomyces exiguus*의 첨가 급여가 육계 생산

Table 5. Effects of dietary yeast (*Saccharomyces exiguus*) on fecal short chain fatty acids and volatile organic compounds in broiler chicks¹

	Control	<i>Saccharomyces exiguus</i>		SEM ¹
		0.5%	1.0%	
Valeraldehyde (ppm)	ND ²	ND	48.15	16.05
Methyl isobutyl ketone (ppm)	8.34	4.04	ND	2.41
Butanol (ppm)	33.78	58.69	59.74	8.48
Butyric acid (ppm)	ND	ND	0.07	0.02
Toluene (ppb)	0.35	0.62	3.47	1.00
Xylene (ppb)	9.48	6.23	4.40	1.49
Ethylbenzene (ppb)	3.21	5.65	2.63	0.93
1,2,4-trimethyl benzene (ppb)	8.06	7.59	7.31	0.22

Values are means.

¹ Pooled standard error of the mean.

² ND : not detected.

성 및 분내 유해가스 발생에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행되었다. 1일령 육계 수평아리(Ross strain) 270수를 공시하여 3처리 3반복 반복당 30수씩 완전 임의배치하였다. 처리구는 대조구인 항생제 첨가구 및 효모 0.5와 1.0% 처리구를 두었다.

본 실험에서 5주 종료 체중 및 증체율이 효모의 첨가 수준에 따라 유의하게 증가하였으며($P<0.05$), 사료 요구율은 효모 첨가시 개선되는 경향이 보였으나, 유의성은 인정되지 않았다. 맹장 내 *E. coli*, *Salmonella*, *Lactobacillus* 수는 대조구인 항생제 첨가구와 비교하여 차이가 없었다. 암모니아 가스의 발생량은 대조구에 비해 유의하게 감소하였다($P<0.05$). 계분 내 저급 지방산 및 휘발성 유기 화합물은 변화가 없었다.

본 연구 결과 육계에 *Saccharomyces exiguus* 급여는 생산성을 향상시키고 계분 내 암모니아 가스 발생량을 감소시켜 항생제 대체 및 환경 개선제로 이용 가능성을 시사하였다.

(색인어 : 효모, *Saccharomyces exiguus*, 육계, 육계 생산성, 분내 유해가스)

인용문헌

- Anderson DB, McCracken VJ, Aminov RI, Simpson JM, Mackie RI, Verstegen MWA, Gaskins HR 1999 Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. *Pig News Info* 20:115N-122N.
- Cole NA, Purdy CW, Hutcheson DP 1992 Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. *J Anim Sci* 70:1682-1690.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F test. *Biometric* 11:1-42.
- Kornegay ET, Rhein-Welker D, Lindemann MD, Wood CM 1995 Performance and nutrient digestibility in weanling pigs as influenced by yeast culture additions to starter diets containing dried whey or one of two fiber sources. *J Anim Sci* 73:1381-1389.
- Line JE, Bailey JS, Cox NA, Stern NJ, Tompkins T 1998 Effect of yeast-supplemented feed on *Salmonella* and *Campylobacter* populations in broiler. *Poult Sci* 77:405-410.
- Mathew AG, Chaitin SE, Robbins CM, Golden DA 1998 Effects of a direct-fed yeast culture on enteric microbial population, fermentation acids, and performance of weanling pigs. *J Anim Sci* 76:2138-2145.
- NRC 1994 Nutrient requirement of poultry. National Research Council National Academy of Science Washington DC.
- Onifade AA, Odunsi AA, Babatunde GM, Oloredo BR, Muma E 1999 Comparison of the supplemental effects of *Saccharomyces cerevisiae* and antibiotics in low-protein and high-fiber diets to broiler chicken. *Arch Anim Nutr* 52:29-39.
- SAS 2002 SAS User's guide, Statistical Analysis System Inst. Inc Cary NC.
- Spring P, Wenk C, Dawson KA, Newman KE 2000 The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentration of enteric bacteria in ceca of *Salmonella*-challenged broiler chicks. *Poult Sci* 79:205-211.
- Thayer RH, Burkitt FF, Morrison RD, Murry EE 1978 Efficiency of utilization of dietary phosphorus by caged turkey breeder hens when fed rations supplemented with live yeast culture. *Okla Agric Exp Sn Res Rep MP* 103:173-178.
- Valdivie M 1975 *Saccharomyces* yeast as by-product from alcohol production of broiler chickens fed on cereal grain-based foods soaked in water. *Br Poult Sci* 40:65-76.
- van Heugten E, Funderburke DW, Dorton KL 2003 Growth performance, nutrient digestibility, and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. *J Anim Sci* 81:1004-1012.
- Wiedmeier RD, Arambel MJ, Walters JL 1987 Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J Dairy Sci* 70:2063-2068.
- Zhang AW, Lee BD, Lee SK, Lee KW, An GH, Song KB, Lee CH 2005 Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell component on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. *Poult Sci* 84:1015-1021.
- 김재황 김창현 고영두 2001 사료내 발효사료(Bio- α [®]) 첨가가 비육돈의 생산성 및 분중 암모니아 발생량에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 42:849-858.
- 박재홍 류명선 김상호 나종삼 김중승 류경선 2003 효모배양물 첨가 사료가 계사내 유해가스 발생 및 육계의 생산성에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 45(1):41-48.
- 홍종욱 김인호 권오석 김지훈 민병준 이원백 2002 자돈 및 비육돈에 있어 생균제의 첨가가 생산성 및 분내 가스 발생에 미치는 영향. *한국동물자원과학회지* 44(3):305-314.