

팽이버섯 균사체의 급여가 육계의 생산성, 맹장 내 병원성 미생물 및 배설물 중의 NH₃ 발생량에 미치는 영향

이상범 · 최영하 · 조성근 · 신태순 · 조병욱 · 강한석 · 김근기 · 김선구 · 이홍구*

부산대학교 생명자원과학대학

Effects of Dietary *Flammulina velutipes* Mycelium on Broiler Chick Performance, Pathogenic Bacterial Counts in Caecal Contents and Amount of NH₃ in Excreta

Sang-Bum Lee, Young-Ha Choi, Seong-Keun Cho, Teak-Soon Shin, Byung-Wook Cho, Han-Seok Kang, Keun-Ki Kim, Seon-Ku Kim and Hong-Gu Lee*

Department of Animal Science, Pusan National University, Miryang, Gyeong-Nam 627-700, Korea

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effects of dietary *Flammulina velutipes* mycelium (FVM) on broiler chick performance, pathogenic bacterial (*E. coli*, *Salmonella*) counts in caecal contents and amount of NH₃ in excreta. Ninety-six broiler chicks (HanHyup No. 3, Korea) were divided into four groups: 1) Control (basal diet), 2) T1 (supplemented with 1% FVM), 3) T2 (3% FVM), and T3 (5% FVM), and rose for 7 weeks. In results, there were no significant differences among treatments in weight gain, feed intake, feed efficiency and carcass yield. However, giblets were significantly increased in FVM treatments compared with control group ($p < 0.05$). The number of *Salmonella* in caecum was significantly decreased in FVM treatments compared with control group ($p < 0.05$). The number of *E. coli* was decreased in T2 but increased in T1 and T3 compared with control group. The emission of fecal NH₃ gas was significantly decreased in accordance with increasing the feeding level of FVM ($p < 0.05$). In conclusion, our data indicated that the supplementation of high level of FVM could inhibit the *Salmonella* in caecum and reduce the emission of fecal NH₃ gas. Therefore, FVM at 5% level could be added in the diet of broiler chicks.

(Key words : *Flammulina velutipes* mycelium, Broiler chick, Pathogenic bacterial, Fecal NH₃ gas)

서 론

산야에 자생되는 버섯은 고대 문명사회로부터 인간에 의하여 채취, 이용되었으며 영양학적 면 보다는 기호식품으로 주로 이용되어 왔다. 버섯은 그 자체로도 영양원이 풍부하지만 근래 들어서는 버섯 배지에 기능성 소재나 특수 성분을 함유한 원료를 첨가하여 균사체 및 자실체를 생산함으로써 그 성분이 버섯으로 이행되어 특수성을 갖는 버섯을 인위적으로 생산하기에 이르렀으며, 버섯의 영양가와 약용가치가 점차 밝혀짐에 따라 그 수요도 증가하고 있다.

이와 같이 버섯은 일반식품에 비하여 무농약 천연식품으로서 다른 농작물에서 함성이 적은 라이신 등 필수아미노산이나 무기질 등이 비교적 다양하게 함유되어 있으며, 버섯 성분 중에는 단백질, 아미노산 등이 풍부할 뿐만 아니라 β -glucan, 비타민 및 미량원소 등이 함유되어 있어서 새로운 기능성 소재로 각광받고 있다 (Hui

et al., 2002; Furlani and Godoy, 2007; Yang et al., 2002; Smiderle et al., 2006).

버섯의 생물학적 활성에 관하여 국내외의 많은 보고가 있으며 (Yoshioka et al., 1985; Kim et al., 1992; Kim et al., 1993), 한국 버섯류의 항종양 활성에 관한 연구뿐만 아니라 (Chai, 2001; Kim et al., 1980; Chang and Miles, 1989), 항균활성물질에 관한 연구들도 많이 보고되고 있다 (Midland et al., 1982; Kupka et al., 1979; Okamoto et al., 1993).

활성성분의 대부분은 버섯 자실체나 액체 배양된 균사체에도 생체 내에서 면역기능을 회복시켜 주거나 감염 방어 등의 면역기능을 활성화하여 치료효과가 있음은 물론 식용 및 의료용으로 장기간 복용하여도 독성 및 부작용이 거의 없는 것으로 알려져 있다 (Hamuro and Wagner, 1978).

아울러 구름버섯, 상항버섯, 노루궁뎅이버섯 균사체 배양액의

* Corresponding author : Hong-Gu Lee, Department of Animal Science, Pusan National University, Miryang, Gyeong-Nam 627-700, Korea. Tel: 055-350-5516, E-mail: hglee66@pusan.ac.kr

ethyl acetate 추출물을 이용한 돼지 및 소의 실험결과에서 설사 유발균인 *Escherichia coli* K88, *E. coli* K99, *E. coli* 987P와 양계의 설사 유발균인 *Salmonella typhimurium* 14058 균주에 대한 높은 항균활성을 보였고(Park et al., 2004), 표고버섯 또는 느타리버섯 등은 장내 유익균인 *Bifidobacterium breve*를 증식시키고(Han et al., 1996), 석이버섯 균사체 추출물 또한 *Bifidobacterium* spp.를 증식시킨다고 보고된 바 있다(Park et al., 2010). 또한 느타리버섯 재배 폐배지를 이용한 비육돈의 실험에서 장내 균 총의 개선에 의한 냄새발생 억제효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(Choi and Chae, 2003).

한편, 팽이버섯(*Flammulina velutipes*)은 담자균류의 주름버섯목(Agaricales) 송이과(*Tricholomataceae*)에 속하는 균이며, 야생에서 팽나무, 뽕나무, 사시나무 등의 활엽수 줄기나 뿌리를 분해하는 백색 부후균의 하나이다(Chai, 2001). 오래 전부터 인공재배에 의해 생산되어 왔는데, 최근에는 버섯재배의 기계화에 의하여 재배농장이 확대되어서 매일 약 75 M/T(연간 23,000톤)의 생산체계를 갖추고 농가소득의 주요 작목으로 정착되어 있다(Chung, 1999). 그러나 재배된 팽이버섯은 수확 후 식용으로 이용과정에서 폐기 처리되는 균사체(뿌리부분)의 양이 다량으로 발생하고 있어서 부존자원 및 폐기자원의 사료화는 자원의 활용 및 환경오염 방지 측면에서 중요하다고 판단된다.

따라서 본 연구는 폐기균사체를 재이용하기 위한 방안의 일환으로 폐기 처리되는 팽이버섯 균사체를 건조 분쇄하고 육계에 급여하여 닭고기 생산의 효율성과 육계생산에서의 환경개선 면을 조사하여 산업적인 이용방안을 제시코자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 시험장소

본 연구에서는 경상남도 밀양 무안면 소재인 한신 부화장에서 생산된 1일령 토종 닭(HanHyup No.3) 96수를 임의로 선발하여 시험에 공시하였고, 부산대학교 생명자원과학대학 부속농장 가금사평사에서 7주간 사육하였다.

2. 팽이버섯 균사체 및 기초사료

본 연구에 이용한 팽이버섯 균사체는 지역의 버섯농장에서 생산된 팽이버섯으로부터 나온 팽이버섯 균사체를 상온에서 건조시킨 후 사료분쇄기(J-NCM, Jisico, Korea)를 이용하여 Sieve mesh를

20 mesh로 분말을 만들어 사용하였다. FVM 성분은 Table 1에 나타내었다.

기초사료는 육계전용사료로 4주령 이전은 육계전기사료(가루)를 급여하였고, 이후는 육계후기사료(크럼블)를 급여하였다. 기초사료 배합표는 Table 2에 나타내었다.

3. 시험설계

1일령 토종 닭 96수를 처리구당 8수씩 3반복으로 완전임의 배치

Table 2. Ingredients and chemical composition of basal diets (Calculated values)

Ingredients	Starter (%) ¹⁾	Finisher (%) ²⁾
Corn grain (CHI)	51.46	55.24
Mixed grain (wheat)	6.00	5.00
Soybean M/L LOC	27.34	25.24
Corn gluten M/L	5.00	5.00
Animal fat	5.00	5.00
Salt dehydrated	0.25	0.25
DCP(18.5/23.0)	2.12	1.96
Limestone (1 mm)	0.94	0.92
LIQ-Methionine (HYMETBI+)	0.33	0.29
The others*	1.56	1.10
Total	100.00	100.00
Chemical composition		
ME (kcal/kg)	3,050.00	3,100.00
Crude protein (%)	19.50	19.50
Crude fat (%)	4.50	5.50
Crude Ash (%)	8.00	8.00
Crude fiber (%)	6.00	6.00
Ca (%)	0.80	0.85
Available P (%)	1.50	1.50

* The others

¹⁾ Starer-Declazulil, 0.05; Neomycin 77G (neocin), 0.024; Avilamycine, 0.4; L-Lysine (A, A-4), 0.274; LIQ-Cholin Chloride 50%, 0.08; VIT Premix (Poultry-3), 0.15; Minpremix (Poultry-3), 0.15; Avizyme-1500, 0.03; Smuos, 0.15; Oxizory-D, 0.03; Pastron, 0.05; Odor kare, 0.004; ALL-Mix, 0.15.

²⁾ Finisher- Maduramicin (10 g), 0.05; Avilamycine, 0.024; L-Lysine (A, A-4), 0.168; LIQ-Cholin Chloride 50 %, 0.07; VIT Premix (Poultry-3), 0.15; Min Premix(Poultry-3), 0.15; Avizyme-1500, 0.03; Smuos, 0.15; Promax (Berberine), 0.05; Oxizory-D, 0.03; BZF-Galican, 0.05; Odor kare, 0.004; Pig-koll, 0.02; All-Mix, 0.15.

Table 1. Chemical composition of FVM (%)

Moisture ¹⁾	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude Ash	Ca	P
10.52	12.23	6.24	13.69	16.92	2.21	1.68

¹⁾ All values were expressed on a dry matter basis.

하였으며, 각 개체의 무게는 처리구 및 반복간 비슷하게 조절하여 배치하였다.

각 처리구별 사료급여 기준은 1) C(기초사료), 2) T1(기초사료 + 1% FVM), 3) T2(기초사료 + 3% FVM) 및 T3(기초사료 + 5% FVM)로 급여시켰으며, 기초사료 1 kg에 대한 팽이버섯 균사체 첨가량은 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Amount of additive supplemented with 1 kg basal diet

Treatment ¹⁾	Additive (g) ²⁾
C	0.0
T1	10.0
T2	30.0
T3	50.0

¹⁾ C, none; T1, 1% FVM; T2, 3% FVM; T3, 5% FVM

²⁾ FVM : *Flammulina velutipes* mycelium.

4. 사양관리

1일령 육계병아리를 사육실로 이동하여 4개 시험구에 3분할하여 배치하고, 입추 후 1주일간은 예비기로서 대조구와 처리구간의 구분 없이 육계전기사료를 급여 하였다. 2주령부터 4주령까지는 실험설계에 따라 육계전기 사료를 급여하였고, 5주령에서 7주령까지는 육계후기사료를 급여 하였다. 시험기간 동안 처리 별 사료와 물은 자유 채식하도록 하였으며, 24시간 점등하였다.

5. 조사 항목 및 실험방법

(1) 일반성분 분석

FVM의 수분, 조단백, 조지방, 조섬유, 조회분, 칼슘 및 인 분석은 AOAC (1995) 방법에 의하여 실시하였다.

(2) 증체 및 사료섭취량

체중은 시험개시 후 육계전기(4주령)까지 그룹별 체중 측정 후 사육수수로 나누어 1 수 체중을 조사하였으며, 육계후기(5주령~7주령)까지는 개체별 체중으로 조사하였다. 증체량(weight gain)은 1주일간의 총 증체량을 사육수수로 나누어 1수당 증체량으로 표시하였다. 사료섭취량(feed intake)은 사료 총 급여량에서 잔량을 제하여 총 섭취량을 구하고 사육수수로 나누어 1수당 섭취량으로 표시하였으며, 사료 요구율(feed/gain)은 사료섭취량을 증체량으로 나누어 계산하였다.

(3) 도체성적

시험 종료 시에 개체별로 생체중을 측정하고 외면혈관절단법을 사용하여 신속히 방혈을 유도한 다음 생체가 모두 잠길 수 있는 양동이에 온도계를 이용하여 59~60℃를 유지 시키면서 증탕탈모법(59~60℃, 20~60 sec)으로 탈모시켰다. 이어서 머리와 발목 및 내장전체를 제거한 다음 도체중을 측정하였으며, 생체중에 대한 비율로 도체율을 산출하였다. 가식내장은 근위, 간, 심장의 무게를 측정하여 표시하였다.

(4) 맹장 내 병원성 미생물

시험 종료 후 도체성적과 동일한 방법으로 방혈을 시키고 의료용 가위와 핀셋을 이용해 오른쪽 복부(외복사근, 내복사근)를 절개하여 맹장을 고정시킨 후 10 cm 정도 위치에서 실로 묶은 다음 잘라서 맹장을 채취하였다. 채취된 맹장을 1 cm 정도 절개하여 내용물을 3 g 정도 수거한 후 멸균된 50 ml 시험관에 넣고 멸균된 생리식염수로 희석하였다. 먼저 10⁻¹로 희석하고 10⁻¹~10⁻⁹까지 계단 희석을 실시하였고, 희석 중 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶에서 각각 0.1 ml를 선택 배지에 접종하여 37℃에서 배양하였다. *E. coli*와 *salmonella*의 colony수는 Table 4에 나온 reaction 표현에 따라 각각 Digital colony counter(KT00 -74A, Kartech, Korea)를 이용하여 계수하였다. 배지는 SS agar (29081, 아산제약, Korea)와 MacConkey agar (29021, 아산제약, Korea)를 이용하였으며, 각 배지의 특성

Table 4. Media and culturing conditions

Selective media	Micro organisms	ATCC	Reaction	Incubation method	Incubation time (days)
S,S agar ¹⁾	<i>S. typhimurium</i>	14028	colorless black centers colonys	Aerobic condition	1
	<i>S. flexneri</i>	12022	colorless colonies	"	"
	<i>E. faecalis</i>	29212	Inhibition (complete)	"	"
	<i>E. coli</i>	25922	Inhibition (partial), colonies pink to rose-red	"	"
Mac Conkey agar ²⁾	<i>E. coli</i>	25922	pink color	Aerobic condition	1
	<i>S. typhimurium</i>	14028	colorless colony	"	"
	<i>P. mirabilis</i>	12453	colorless colony, swarming Inhibition	"	"
	<i>E. faecalis</i>	29212	Inhibition	"	"

¹⁾ *Salmonella*, *Shigella* agar: Selection discrimination separation (Item No. 29021, 아산제약, Korea)

²⁾ MacConkey agar: Pathogenic Intestinal bacillus, separation discrimination (Item No. 29081, 아산제약, Korea).

과 배양 조건은 Table 4에 나타내었다. 조사된 미생물의 수는 \log_{10} 을 취하여 나타내었다.

(5) 계분 내 암모니아 발생량

사양시험이 종료된 시점에 각 처리별로 24시간 내에 배설된 신선 배설물을 수거한 다음 처리당 3반복으로 각 1.6ℓ 페트병 속에 순수 배설물 70g씩 정량하여 채운 후 0, 1, 3, 6, 9, 12, 15일 간격으로 가스 포집기(GV-100S, Gastec, Japan)를 이용하여 NH₃ 가스를 측정하였다. 이 때 배설물이 들어있는 병의 입구는 공기의 유통이 가능하게 천으로 가볍게 봉한 후 상온(20℃ 전후)에 보관하였으며, 가스측정 Tube(Detector tube, Gastec, Japan)는 NH₃ 량(ppm)에 따라 No. 3L (0.5~78 ppm), No. 3La (2.5~200 ppm), No. 3M (10~1,000 ppm)를 교환하였다. 측정 시 페트병 속 배설물에서 2cm 간격을 두고 가스 포집기의 피스톤을 당겼으며, 가스측정 Tube의 색깔이 멈출 때까지 페트병 속에서 포집기를 정지시킨 뒤 색깔이 멈췄을 때 꺼내어 눈금을 측정하였다.

6. 통계 분석

시험 및 분석 등을 통해서 얻어진 성적들은 SAS package (2008)의 ANOVA Procedure로 분산분석을 실시하고, Duncan New Multiple Range Test를 이용하여 유의성 검증을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 Table 5에서 보는 바와 같다. 2주령에서 7주령까지 총 증체량은 팽이버섯 균사체를 첨가 급여한 경우 대조구에 비하여 다소 낮아지는 경향이었으나 통계적인 유의차는 없었다.

전체 사양기간인 2주령에서 7주령까지 1수당 사료섭취량은 T1에서 다른 처리구보다 30~40g 정도 적게 섭취를 하였으나 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 증체당 사료섭취량은 FVM의 첨가수준 3%까지는 높을수록 증가하는 경향을 나타내다가 5%에서 유지되는 경향을 나타내었다. 전체적으로 FVM의 첨가수준을 3%까지 높일수록 증체량은 낮아지고, 사료요구율은 높아지는 경향을 나타내었으나 모든 결과에서 유의성 차이는 나타내지 못하였다.

Guo et al. (2004)은 표고버섯을 육계에 5g/kg을 급여한 결과 증체량을 유의하게 증가하였다고 하였으며 (p<0.05), 팽이버섯 배지 부산물은 산란계의 사료섭취량을 증가시키고 (Na et al., 2005), 버섯잔사는 육성기 한우의 체식율, 반추효율 및 저작효율을 개선시킨다고 하여 (Lee et al., 2008) 버섯 성분의 첨가는 사료섭취량 및 증체에 영향을 줄 수 있다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 육계성장성적에 있어서 전체적으로 유의성을 나타내지 못하였는데, 이는 육계에 FVM을 급여한 결과 생체중과 사료섭취량에 영향을 주지 않았다고 보고한 Cheong et al. (2006)의 결과와 동일한 결과이다.

2. 도체 생산량

FVM을 육계에 0%(C), 1%(T1), 3%(T2), 5%(T3) 첨가 급여 시 처리별 도체율 및 giblett 무게는 Table 6에 나타내었다.

도체중이 C, T1, T2, T3에서 각각 886.0g, 877.8g, 797.2g, 810.4g으로 FVM 첨가 3%, 5%는 0%, 1%에 비해 유의적으로 낮아졌으나, 도체율은 C 65.5%, T1 64.0%, T2 63.3%, T3 63.8%로서 FVM 첨가 시 다소 낮아지는 경향은 있으나 통계적인 유의차는 인정되지 않았다.

Park and Yoo (1999)는 한약재 부산물을 첨가한 경우 육계의 도체율이 유의적으로 낮았다고 하여 첨가되는 사료에 따라 도체율에 차이가 있음을 예시하였고, 본 연구의 결과는 육계에 표고버섯은 도체율에는 영향을 주지 않는다고 한 Willis et al. (2007)의 결과와 동일하였다.

Table 5. Effects of dietary dehydrated FVM on the weight gain, feed intake, and feed efficiency in broiler chicks

	Week	Treatment ¹⁾			
		C	T1	T2	T3
Weight Gain (g/bird)	2~4	342.9± 6.08	352.3± 7.13	348.1± 8.93	323.5±16.60
	5~7	782.6±35.06	736.1±15.65	728.5±31.11	746.0±11.87
	2~7	1,125.5±41.11	1,088.4±22.76	1,076.6±22.25	1,079.5±25.32
Feed intake (g/bird)	2~4	597.3± 4.45	609.7± 6.49	607.1±10.46	597.3± 6.46
	5~7	1,693.4±35.67	1,656.5±29.91	1,712.8±28.67	1,695.0±32.33
	2~7	2,290.8±38.38	2,266.2±33.83	2,319.8±27.95	2,292.3±38.74
Feed /Gain	2~4	1.743±0.035	1.732±0.020	1.745±0.016	1.854±0.079
	5~7	2.169±0.065	2.252±0.061	2.359±0.102	2.242±0.035
	2~7	2.039±0.055	2.084±0.047	2.157±0.058	2.124±0.020

Values are Mean ± SE (n = 24).

¹⁾ C, none; T1, 1% FVM; T2, 3% FVM; T3, 5% FVM.

Table 6. Effects of dietary dehydrated FVM on carcass characteristic in broiler chicks

		Treatment ¹⁾				
		C	T1	T2	T3	
Live weight (g)		1,352.9± 5.12 ^a	1,372.0±18.06 ^a	1,259.0±23.64 ^b	1,270.4±12.70 ^b	
Carcass weight (g)		886.0± 7.23 ^a	877.8± 1.98 ^a	797.2± 4.32 ^b	810.4± 1.10 ^b	
Carcass yield (%)		65.5± 0.70	64.0± 0.99	63.3± 0.85	63.8± 0.68	
Gizzard	g	19.1± 0.08 ^{bc}	20.1± 0.20 ^a	18.8± 0.41 ^c	19.9± 0.27 ^{ab}	
	%	1.4± 0.00 ^c	1.5± 0.02 ^{bc}	1.5± 0.01 ^b	1.6± 0.03 ^a	
Giblets	Liver	g	34.8± 0.30 ^c	37.7± 0.27 ^b	38.7± 0.17 ^a	34.5± 0.25 ^c
	%	2.6± 0.02 ^c	2.8± 0.05 ^b	3.1± 0.07 ^a	2.7± 0.01 ^{bc}	
Heart	g	8.7± 0.22 ^a	8.6± 0.14 ^a	7.7± 0.17 ^b	8.6± 0.19 ^a	
	%	0.6± 0.01 ^{ab}	0.6± 0.01 ^b	0.6± 0.01 ^b	0.7± 0.02 ^a	

A, B, C Values (Mean ± SE) within row with no common superscript differ significantly (P<0.05)

¹⁾ C, none; T1, 1% FVM; T2, 3% FVM; T3, 5% FVM.

생체중에 대한 근위의 무게비율은 대조구 보다 처리구에서 유의적으로 무거웠으며 (p<0.05), 간 또한 처리구에서 유의적으로 무거웠다 (p<0.05).

Willis et al. (2007)은 육계에 표고버섯의 급여는 도체율과 함께 간, 소낭 그리고 비장의 무게 또한 영향을 주지 않는다고 하여 본 결과와 다르게 보고되었다. 본 결과를 통한 FVM을 사료에 첨가한 결과 육계생산성적에서 생체중과 도체중은 감소되었으나 도체율에는 영향을 주지 않았으며, 도체성적에서 근위와 간은 대조구에 비해 처리구에서 증가되는 것으로 사료된다.

3. 맹장내 병원성 미생물

FVM을 육계사료에 첨가 급여 시 육계 맹장 내용물중의 병원성 미생물 (*Salmonella*와 *E. coli*) 수는 Table 7과 같다. 관찰 된 미생물의 수는 log₁₀으로 환산하여 표시하였다.

맹장 내 *Salmonella* 균수는 FVM의 첨가에 의하여 현저하게 감소하였으며 (p<0.05), 첨가 수준에 따라 *Salmonella* 균수는 계속 감소하였다. 대장균인 *E. coli*수는 대조구에서 5.405 log CFU/g인데 비하여 T1, T3에서 각각 6.003 log CFU/g, 6.327 log CFU/g으로 FVM의 급여수준이 높을 경우 오히려 증가하는 경향을 나타내었다 (p<0.05). 하지만 T2 처리구에 있어서는 *Salmonella* 및 *E. coli* 균수 모두에서 대조구에 비하여 유의성 있게 감소되는 결과를 보였다 (p<0.05).

Guo et al. (2004)는 표고버섯, 흰목이 버섯 및 향기추출물은 육계의 장내 *bacteroidesspp. enterococci* 그리고 *E. coli* 숫자를 감소시키고, *bifidobacteria*와 *lactobacilli*를 증가시킨다고 하였으며, Willis et al. (2009)는 육계에 표고버섯을 급여시킨 결과 계분 내 *Salmonella*를 유의적으로 감소시키고 (p<0.05), *bifidobacteria*를 유의하게 증가시켰다고 하였다 (p<0.05). 이와 유사하게 본 실험 결과에서 FVM 급여는 *Salmonella* 균수를 억제하는 효과가 있는 것으로 사료된다.

Table 7. Effects of dietary dehydrated FVM on *Salmonella* and *E. coli* in cecum of broiler chicks (log₁₀ CFU/ g content)

Treatment ¹⁾	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i>
C	5.036±0.051 ^a	5.405±0.299 ^c
T1	3.720±0.035 ^b	6.003±0.028 ^b
T2	3.323±0.089 ^c	4.759±0.019 ^d
T3	3.031±0.020 ^d	6.327±0.028 ^a

a, b, c, d Values (Mean ± SE) within columns with no common superscript differ significantly (p<0.05).

¹⁾ C, none; T1, 1% FVM; T2, 3% FVM; T3, 5% FVM.

4. 계분 내 암모니아 발생량 가스 발생량

FVM을 육계사료내 첨가 급여 시 계분 중의 암모니아가스 발생량을 측정 한 결과 계분의 암모니아가스 발생량은 모든 처리구에서 3일까지는 현저하게 증가하였으며, 6일 이후부터 빠른 속도로 감소하는 경향을 나타내었다 (Table 8). 3일째 암모니아 발생량은 C구, T1구, T2구, T3구에서 각각 652 ppm, 616 ppm, 442 ppm, 393 ppm으로 대조구에 비하여 처리구에서 가스발생량이 현저하게 감소하였으며 (p<0.05), FVM의 첨가수준이 증가 할수록 가스발생량은 유의적으로 감소하였다 (p<0.05). 이와 같은 경향은 6일 이후에도 뚜렷하여 FVM가 계분의 가스발생량을 줄이는 데 효과가 있는 것으로 판단된다.

계사에서 발생하는 암모니아 가스는 육계 생산성에 영향을 주는 가장 큰 요인(Homidanet al., 2003)으로 사료 내 단백질 수준을 낮추거나(Hobbes et al., 1996), 소화기관내의 pH를 조절하여 미생물 균을 조정하면 냄새를 줄일 수 있다고 하였는데 (van Heugtenand van Kempen, 1999), 이러한 결과는 Park et al. (2004)과 Han et al. (1996) 그리고 Park et al. (2010)이 제시한 버섯의 균사체 추출물이 유해균과 유익균의 증식을 조절함으로써

Table 8. Effects of dietary dehydrated FVM on fecal NH₃ gas in manure of broiler chicks (ppm)

Treatment ¹⁾	Day						
	0	1	3	6	9	12	15
C	153±1.9 ^{aD}	526±10.5 ^{abB}	652±2.9 ^{aA}	362±3.0 ^{aC}	54±2.9 ^{bE}	28±0.5 ^{aF}	22±1.4 ^{aF}
T1	143±0.8 ^{abD}	549±10.3 ^{aB}	616±3.0 ^{bA}	357±5.8 ^{aC}	63±1.9 ^{aE}	25±0.6 ^{aF}	21±1.4 ^{aF}
T2	138±1.3 ^{bc}	480± 6.2 ^{bA}	442±0.9 ^{cb}	127±1.9 ^{bd}	34±1.4 ^{ce}	25±1.2 ^{aF}	16±0.2 ^{bG}
T3	118±7.6 ^{cC}	373±12.7 ^{cb}	393±0.1 ^{dA}	97±9.0 ^{cd}	22±0.6 ^{de}	12±1.2 ^{bE}	5±0.6 ^{ce}

a, b, c, d Values (Mean ± SE) within columns with no common superscript differ significantly (p<0.05)

A, B, C, D, E, F, G Values (Mean ± SE) within row with no common superscript differ significantly (p<0.05)

¹⁾ C, none; T1, 1% FVM; T2, 3% FVM; T3, 5% FVM.

pH가 조절된다는 내용으로 설명되며, Choi and Chae (2003)가 제시한 버섯 폐배지는 비육돈의 분 냄새를 줄일 수 있다는 내용에서 가능성을 시사하였다. 그러므로 본 연구결과 FVM의 첨가가 소화기 내 미생물 균을 변화시켜 가스발생량이 감소되며, 그것으로 인한 육계의 생산성에도 영향을 줄 것으로 사료된다.

요 약

팽이버섯 균사체 (FVM)의 급여효과를 검토하기 위하여 육계 병아리 96수를 4개 그룹으로 나누어 대조구는 기초사료 (C)만 급여하였고, 시험구는 기초사료에 FVM 1%(T1), 3%(T2) 및 5%(T3)로 하여 7주 동안 급여하였다. FVM을 기초사료에 5%까지 첨가하여 급여하여도 증체, 사료섭취량, 사료요구율은 유의적인 차이가 없었다. 생체중과 도체중은 처리구에서 감소하였으나 (p<0.05), 도체율은 유의적인 차이가 없었으며, 가식내장의 근위와 간은 유의 있게 증가하였다 (p<0.05). FVM의 급여 수준이 높을수록 맹장 내 *Salmonella* 균수와 계분 내 암모니아가스 발생량이 현저하게 감소하였다 (p<0.05). 따라서 FVM의 육계 사료 내 첨가 실험을 통하여 5% 첨가수준까지 육계용 사료를 대체 첨가하여도 무방함이 확인되었으며, 이는 FVM의 첨가수준 증가와 함께 장내 병원성 미생물인 *Salmonella*와 계분 내 암모니아 가스 발생 억제 효과가 있는 것으로 밝혀져 육계 사료 내 첨가 이용성이 인정될 것으로 본다.

(주제어: 팽이버섯 균사체, 육계, 장내 병원성 미생물, 계분 내 암모니아 가스)

사 사

본 연구는 농림식품부의 농림기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th Ed Association of Official Analysis Chemist Washington DC. USA.

Chai, J. K. 2001. Re-cultivation of *Flammulina velutipes* from media used for cultivation of *Flammulina velutipes*. Mushroom 5:113-124.

Chang, S. T. and Miles, P. G. 1989. Mushroom science. In Edible mushrooms and their cultivation. CRC press, Inc. New York. 3-25.

Cheong, J. C., Jhune, C. S., Kim, S. H., Jang, K. Y., Park, J. S., Na, J. C. and Chun, M. H. 2006. Effect of the adding of *Flammulina velutipes* cultivation media wastes into chicken feed on the meat quality and production cost of broiler. The Korean Journal of Mycology. Sci. 34(1):29-33.

Choi, S. C. and Chae, B. J. 2003. Effects of feeding mushroom substrate waste and probiotics on productivity, emission of gases and odors in manure for finishing pigs. J. Anim. Sci & Technol (Kor). 45(4):529-536.

Chung, J. C. 1999. Production of liquid type strains of *Flammulina velutipes* and its technology. Mushroom 3(2):159-178.

Furlani, R. P. Z. and Godoy, H. T. 2007. Vitamins B1 and B2 contains in cultivated mushrooms. Food Chem 106:816-819.

Guo, F. C., Williams, B. A., Kwakkel, R. P., Li, H. S., Li, X. P., Luo, J. Y., Li, W. K. and Versteegen, M. W. 2004. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. Poult. Sci. 83:175-182.

Hamuro, G. and Wagner, H. 1978. β-1,3-Glucan mediated augmentation of alloreactive murine cytotoxic T lymphocytes *in vivo*. Cancer Res 38:3080-3088.

Han, M. J., Bae, E. A., Rhee, Y. K. and Kim, K. H. 1996. Effect of mushrooms on the growth of intestinal lactic acid bacteria. Korean J. Food Sci. Technol. 28(5):947-952.

Hobbs, P. J., Pain, B. F., Kay, R. M. and Lee, P. A. 1996. Reduction of odorous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. J Sci Food and Agric 71:508-514.

Homidan, A., Robertson, J. F. and Petchey, A. M. 2003. The effect

- of ammonia and dust concentrations on broiler performance. *Poultry Sci.* 59:340-349.
- Hui, Y. F., Den, E. S. and Chi, T. H. 2002. Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushrooms. *J Food Lipids* 9:35-46.
- Kim, B. K., Chung, K. S. and Yang, M. S. 1980. Studies on the antinoplastic components of Korean basidiomycetes. *Kor J Mycor* 8:107-112.
- Kim, B. K., Kwun, J. Y., Park, Y. I. and Choi, E. C. 1992. Antitumor component of the cultured mycelia of *Calvatia-cranifomis*. *J KorCnacerAssoc* 24:57-63.
- Kim, S. H., Kim, H. W., Choi, O. C. and Kim, B. K. 1993. Immunological studies on colluban isolated *Collubiaconfluens*. *J Kor Cancer Assoc* 25:288-298.
- Kupka, J., Anke, T., Oberwinkler, F., Schramm, G. and Steglich, W. 1979. Antibiotics from basiliomycetes. VII. Crinipellin, a new antibiotic from the basidiomycetous fungus *Crinipellisstipitaria* (Fr.). *Pat J antibiot.* 32:130-135.
- Lee, S. M., Hwang, J. H., Yoon, Y. B., Kwak, W. S., Kim, Y. I., Moon, S. H. and Jeon, B. T. 2008. Effects of spent mushroom substrates addition on eating behavior of growing hanwoo. *J. Kor. Grassl. Forage Sci.* 28(2):107-118.
- Midland, S. L., Izac, R. R., Wing, R. M., Zaki, A. I., Munnecke, D. E. and Sims, J. J. 1982. Melleolide, a new *Armillariamellea*. *Tetrahedron. Letters* 23: 2515-2518.
- Na, J. C., Jang, B. G., Kim, S. H., Kim, J. H., Kim, S. K, Kang, H. S., Lee, D. S., Lee, S. J., Cheong, J. C. and Lee, J. K. 2005. Influence of feeding *Flammulingveluipesmedia* on productivity and egg quality in laying hens. *Korean J. Poult. Sci.* 32(2): 143-147.
- Okamoto, K., Shimada, A., Shirai, R., Sakamoto, H., Yoshida, S., Ojima, F., Ishiguro, Y., Sadai, T. and Kawagishi, H. 1993. Antimicrobial chlorinated orchinol derivatives from mycelia of *Hericiumerinaceum*. *Phytochemistry*, 34:1445-1446.
- Park, J. W., Kim, T., Lim, D. J., Lee, H. B., Joo, Y. S. and Park, Y. I. 2004. Antibacterial activities of mushroom liquid culture extracts against livestock disease-causing bacteria and antibiotic resistant bacteria. *The Korean Journal of Mycology. Sci.* 32(2): 145-147.
- Park, K. R., Lee, W. J., Cho, M. G., Park, E. S., Jeong, J. Y., Kwon, O. S., Yoon, H. S. and Kim, K. Y. 2010. Effects of the extracts from *Gyrophoraesculenta* and *Coriolusversicolorjudae* mycelia on the growth of intestinal bacteria. *J Korean Soc Food Sci. Nutr.* 39(6):820-825.
- Park, S. J. and Yoo, S. O. 1999. Effects of supplementation of Chinese medicine refuse on performance and physiology in broiler chicks. *Korean J. Poult. Sci.* 26(3):195-201.
- SAS program Package. 2008. SAS/STAT. Software for PC, SAS/STAT User's Guide: Statistice. SAS Instiute. Inc., Cary, NC.
- Smiderle, F. R., Carbonero, E. R., Mellinger, C. G., Sassaki, G. L., Gorin Philip, A. J. and Iacomini, M. 2006. Structural characterization of a polysaccharide and a β -glucan isolated from the edible mushroom *Flammulina velutipes*. *Phytochemistry* 67: 2189-2196.
- Van Heugten, E. and van Kempen, T. 1999. Methods may exist to reduce nutrient excretion. *Feedstuffs.* 71(15):12. April 26.
- Willis, W. L., Isikhuemhen, O. S. and Ibrahim, S. A. 2007. Performance assessment of broiler chickens given mushroom extract alone or in combination with probiotics. *Poult. Sci.* 86: 1856-1860.
- Willis, W. L., King, K., Isikhuemhen, O. S. and Ibrahim, S. A. 2009. Administration of mushroom extract to broiler chickens for bifidobacteria enhancement and *Salmonella* reduction. *Poult. Sci.* 18:658-664.
- Yang, J. H., Lin, H. C. and Mau, J. L. 2002. Antioxidant properties of several commercial mushrooms. *Food Chem* 77:229-235.
- Yoshioka, Y., Tabeta, R. H., Saito, N. and Fukuoka, F. 1985. Antitumor polysaccharides from *P. ostrestus* (Fr.) Quel: Isolation and structure of α -glucan. *Carbohydrate Research* 140:92-100.

(Received Aug. 26, 2012; Revised Oct. 28, 2012; Accepted Oct. 29, 2012)