

팽이버섯 탈병배지의 사료첨가가 육계의 질 및 생산비용에 미치는 영향

정종천* · 전창성 · 김승환 · 장갑열 · 박정식 · 나재천¹ · 전민현²

농업과학기술원 농업환경부 응용미생물과, ¹축산기술연구소 축산자원개발부 가금과, ²바이오메디팜(주) 연구소

Effect of the Adding of *Flammulina velutipes* Cultivation Media Wastes into Chicken Feed on the Meat Quality and Production Cost of Broiler

Jong-Chun Cheong*, Chang-Sung Jhune, Seung-Hwan Kim, Kab-Yeul Jang,
Jeong-Sik Park, Jae-Cheon Na¹ and Min-Hyun Chun²

Applied Microbiology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology,
Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹Poultry Science Division, Livestock Resources Development Department,
National Livestock Research Institute, RDA, Cheonan 330-800, Korea

²Bio-medifarm, Saeng-ri 570, Saenggeuk-myeom Eumseong-gun, Chungbuk 369-840, Korea

(Received June 2, 2006)

ABSTRACT: To develop environmentally friendly bio-materials for animal feed, the potential of using mushroom was studied. Adding *Flammulina velutipes* cultivation media wastes (FCMW) has shown beneficial effects on broiler meat quality and production cost because of the 10~20% saving in feeds for broiler chicken. However, differences proximate composition between FCMW and commercial broiler chicken feed were observed. FCMW had higher contents of crude fat (6.2%) and crude fiber (13.7%) than the commercial broiler feed which had crude fat and crude fiber of 4.0%, and 6.0%, respectively. But FCMW crude protein contents were lower (12.2%) than those in commercial broiler (19.0%). Adding 5~10% of FCMW to broiler chicken feed increased amino acid concentration upto 33~38% in the meat, but adding more than 20% decreased amino acid concentration.

KEYWORDS: Broiler chicken, Feed materials, *Flammulina velutipes* cultivation media wastes

버섯은 다른 작물에서 합성이 적은 나이신 등 필수아미노산이나 무기질이 비교적 고루 함유되어 있으며, 항혈전, 항고혈압, 항고지혈증 등으로 작용하는 기능성 식품으로 인식됨에 따라(Mizuno, 1995) 느타리버섯, 표고버섯, 양송이, 팽이버섯 등 몇 종은 농가소득원의 중요한 작목으로 자리 잡아가고 있다. 버섯균은 자연 생태계에서 유기물을 무기물로 분해하면서 생성되는 에너지를 이용하는 분해자로서 역할을 하는 점에서 친환경적으로 매우 유익하며, 섬유소 분해능이 뛰어나 일반세균이나 효모균이 분해하기 어려운 리그닌복합체도 포도당 등 단당형태로 분해함으로써 토양미생물의 증식을 조장하기도 한다(김, 1993). 또한 담자균의 균사체 및 배양액에서 추출된 물질들의 유용성이 대두되고 있으며, *Irpex lacteus*, *Pycnoporus coccineus*, *Trametes ostreiformis* 등 담자균이 분비하는 분해효소들 중 protease는 응유효소(carboxyl protease)로, *Schizophyllum commune*이 분비하는 amylase는 생물의 전분에서 glucose 대량생산(glucoamylase)에 이용이 가능

하다고 하였다(Tomoda and Shimazono, 1964; 小林 등, 1975). *Coprinus radians*에서 생성되는 β -1,3-glucanase는 강한 용균작용이 있으며, *Pycnoporus coccineus*에서 생성되는 CMCase, avicelase, β -glucosidase 등은 사료첨가물로도 쓰이고 있다. 리그닌(lignin)은 난분해성 폐놀 고분자 화합물로서 동물에 의해 소화가 잘 안되지만 담자균류 중 백색부후균은 리그닌분해효소인 ligninase를 분비하므로 이를 사료첨가제로의 이용이 검토되고 있다. 국내에서 버섯재배는 병재배법이 본격적으로 보급된 1990년대 이후 팽이버섯, 큰느타리버섯 등이 연중 대량생산되고 있다. 팽이버섯 배지재료로써 과거에는 미송톱밥과 미강을 3:1(v/v)로 혼합하여 사용하였으나 최근 대규모 농장들은 미송톱밥을 얻기 힘들고 톱밥 야외발효를 위한 보다 넓은 야적장이 필요하게 됨으로서 미송톱밥을 대체한 콘코브(corn cob)의 사용이 많아지고 있다. 특히 콘코브와 미강 및 밀기울은 직접 사료로도 이용이 가능한 재료이나, 팽이버섯 재배후의 부산물인 탈병배지는 단순히 유기질퇴비 원료로 활용되는 외에는 그 이용이 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 시험기간이 비교적 짧게 소요되는 육

*Corresponding author <E-mail: jccheong@rda.go.kr>

계를 공시축으로 하고, 주재료로 콘코브를 사용하여 팽이버섯의 병배배 후 탈병배지를 공시재료로 하여, 육계후기사료에 공시재료의 첨가비율을 달리하여 급여하였을 때 육계의 생산성에 미치는 영향을 조사함으로써 버섯배배 부산물의 친환경농업 소재개발의 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

공시배지 및 공시축

담자균 균체배양물의 사료이용 가능성을 검토하기 위하여 콘코브를 주재료로 이용한 팽이버섯 탈병배지를 공시하였으며, 팽이버섯 배지재료의 배합비율은 1,100 ml PP 병당 콘코브 170 g, 미강 120 g, 건비지 15 g, 탄산칼슘분말 5 g이었다. 그리고 시중의 부화장에서 육계 초생추 '로스' 종을 구입하여, 육계용 후기사료에 팽이버섯 탈병배지를 0, 5, 10, 20%(w/w) 비율로 첨가하여, 처리당 3반복, 반복당 30수씩 총 360수를 배치하여 5주간(35일)에 걸쳐 사양시험을 하였다.

사육방법 및 조사내용

사육개시 3주(15일)째부터 육계용 후기사료에 팽이버섯 탈병배지를 0, 5, 10, 20%(w/w) 비율로 첨가한 후 21일간 급여하면서 1주일 간격으로 생체중과 사료섭취량을 조사하였다. 사육 종료 시에는 도체중과 복강지방 무게를 조사하였으며, 보수력, 전단력, 가열감량 등 관능검사를 실시하였다. 또한 육계후기사료와 공시재료의 조섬유, 조단백질, 조지방 함량과 계육의 아미노산 및 화학성분 함량을 측정하였다.

일반성분 분석

건조시료는 Cyclotec Sample Mill(Tecator Co.) 0.5 mm 체를 사용하여 분쇄하였다. 시료의 전탄소와 전질소의 측정에는 CHN 원소자동분석기(Leco, CHN-1000)를 이용하였으며, P₂O₅는 비색법으로, K₂O, CaO, MgO, FeO 및 미량원소는 AOAC법으로 분석하였다(김, 1985; A.O.A.C., 1990). 조섬유는 산 및 알칼리 분해법을 이용하여 조섬유 분석장치(Fibertec system, Sweden)로 측정하였다. 조단백질 함량은 Kjeltac-1035(Auto sampler system, Sweden)를 사용하여 켈달법으로 총질소함량(T-N)을 구한 후 단백질계수 6.25를 곱하여 산출하였다. 조지방은 Soxhlet 추출

법(Soxttec-2050, Sweden)으로 분석하였다.

계육의 아미노산 분석

아미노산 함량 분석은 Pico-Tag 방법에 따라 실시하였다. 시료의 아미노산 함량이 40 mg 정도가 되도록 계산하여 1 g 정도씩 취해 50 ml volumetric flask에 넣은 후 0.1 N HCl로 채워서 20분간 sonication한 다음 여과지(Advantec, 6호)로 여과하였다. 여과액은 지방과 색소를 제거하기 위하여 Sep-pak C₁₈ cartridge로 다시 여과하고 Pico-Tag system(Millipore, Milford, MA)을 이용하여 PITC 유도체화 반응을 시켰다. 분석은 HPLC(Waters Co.)로 Waters Pico-Tag 3.9×150 mm column에 5 µl의 시료를 주입하였다. 용매는 시판되는 Eluent A 용액과 Eluent B 용액(Waters Co.)을 사용하여 유속을 1 ml/min로 하였으며 UV 검출기(Waters Co.)를 사용하였다. 표준곡선은 아미노산 표준물질 Pierce-H(Pierce Co., USA)를 5, 10, 25, 50, 100 µl/ml의 농도로 조제하고 Millenium 2010 Program(Waters Co.)을 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

재료의 성분비교

육계후기사료와 팽이버섯 탈병배지의 영양성분을 분석한 결과, 조단백함량은 탈병배지가 12.2%로 육계후기사료의 19.0%에 비하여 0.64배 낮은 반면, 조지방 6.2%와 조섬유 13.7%는 사료의 4.0%와 6.0%에 비하여 각각 조지방 1.55배, 조섬유는 2.28배 높았다. 가소화양분 총량도 팽이버섯 탈병배지가 3,685 kcal/kg로 육계후기사료의 3,050 kcal/kg에 비하여 1.21배 높아 단백질을 제외하고는 사료적 가치가 높은 것으로 보인다(Table 1). 육계후기사료와 팽이버섯 탈병배지의 화학성분 분석 결과, 총질소량이 육계후기사료가 3.35%임에 비하여 팽이버섯 탈병배지

Table 1. Proximate composition of feed materials used for broiler chicken feeding

Nutrients	Commercial feed	<i>Flammulina velutipes</i> media by-product
Crude protein (%)	19.0	12.2
Crude fat (%)	4.0	6.2
Crude fiber (%)	6.0	13.7
ME* (kcal/kg)	3,050	3,685

*ME : Metabolizable energy.

Table 2. Chemical composition of feed materials for broiler chicken feeding

Items	T-C (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Commercial feed	44.3	3.35	1.80	1.37	0.14	0.92	177	187	225	56	6.1
FMB*	39.7	1.79	3.54	1.22	0.44	0.64	358	253	142	48	5.8

*FMB : *Flammulina velutipes* Media By-product.

는 1.79%로 0.53배 수준으로 적으나 인산과 칼슘함량은 육계후기사료의 1.80%, 0.14%보다 팽이버섯 탈병배지는 3.54%, 0.44%로 인산이 1.97배, 칼슘은 3.14배 많았다 (Table 2).

탈병배지에서 비교적 높은 함량을 보이는 조지방과 인산은 팽이버섯 배지재료 중의 미강에서, 칼슘은 배지에 첨가된 탄산칼슘에서 완전 분해되지 않고 잔존하는 것으로 판단된다.

팽이버섯 탈병배지의 육계 사료첨가 효과

콘코브와 미강, 건비지를 이용한 팽이버섯 재배후 탈병한 배지를 건조한 후 중량비로 각각 5, 10, 20%씩을 육계후기사료에 첨가하여 병아리 입식 15일째부터 35일 까지 급여한 결과, 생체 개체중이 5% 첨가구는 1.64 kg, 10% 첨가구는 1.61 kg으로 대조구의 1.67 kg에 비하여 통계적 유의차가 없었으며, 사료요구량(feed conversion)은 5%첨가구가 2.08, 10% 첨가구가 1.97으로 대조구의 2.20에 비하여 각 처리간에 통계적 유의차가 인정되었다. 이때 각 처리간의 사료절감 효과를 알아보기 위하여 첨가된 팽이버섯 배지를 제외한 실사료량(true wastage)을 산출한 결과, 5% 첨가구가 1.98 kg, 10% 첨가구가 1.79 kg으로써 사료절감율은 각각 10%와 19%로 계산되었다(Table 3). 유사한 시험 결과로서 나 등(2005)은 팽이버섯 배지 부산물을 산란계 사료에 5%와 10% 첨가하여 12주간 사육하였는데, 5% 첨가구에서는 산란율, 난중, 산란량 등 생산성과 난질에 영향이 없었으며, 10% 첨가구에서는 생산성에는 영향이 없었으나 난황색이 저하되어 착색제의 첨가가 필요하다고 보고하였다. 본 시험은 육계를 대상으로 공시재료의 급여시기가 병아리 입식 후 15일부터 35일까지 21일간이었으며, 나 등(2005)의 시험에서는 성계로 육성된 29주령의 산란계를 대상으로 일정기간 팽이버섯 배지부산물 첨가사료를 급여하기 시작했다는 점에서 약간의 결과 차이가 있는 것으로 보인다.

Fig. 1에서 육계 사육개시 2주와 3주 사이의 처리간의 개체중 차이는 2주 이후에 팽이버섯 탈병배지 첨가사료로 전환시 병아리들의 일시적인 먹이 기피현상 때문인 것으로 생각되며, 3주 이후부터 처리간의 개체중 차이가 더 이상 크게 나지 않고 유지되는 점과 Table 3에서 개체중

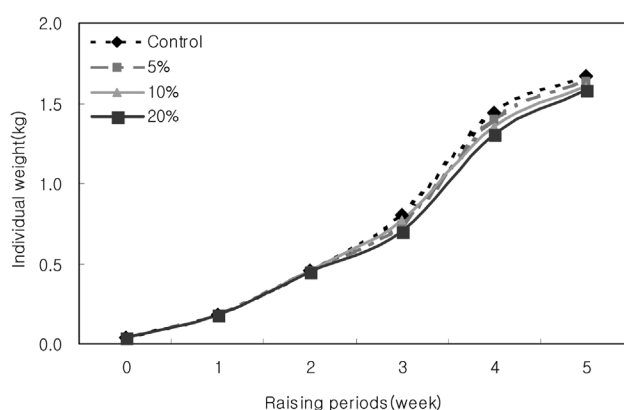


Fig. 1. Changes of individual chicken weight according to the raising periods at different additive levels of *Flammulina velutipes* media by-product.

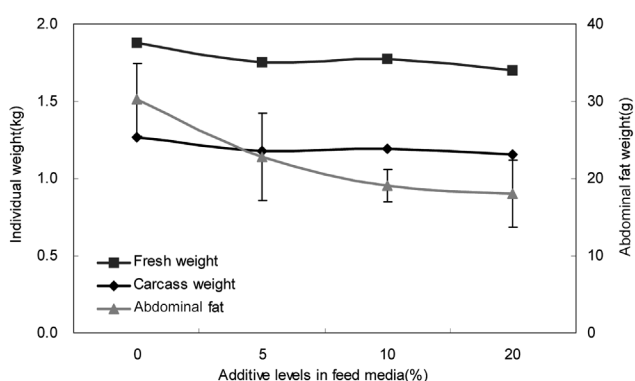


Fig. 2. Changes of fresh weight, carcass weight and abdominal fat weight of broiler chicken at different additive levels of the *Flammulina velutipes* media.

이 5~10% 첨가시 대조구와 통계적 유의차가 없는 것으로 보아, 닭이 먹이에 적응하게 되면 문제가 없을 것으로 판단된다.

Fig. 2에서 육계후기사료에 팽이버섯 탈병배지를 첨가하여 급여하고 5주간의 육계사육 시험이 끝난 후 생체중과 도체중은 처리간에 큰 차이를 보이지 않으나 복강지방의 무게는 대조구가 30.3 ± 4.7 g, 5% 첨가구 22.9 ± 5.7 g, 10% 첨가구 19.1 ± 2.1 g, 20% 첨가구 18.0 ± 4.3 g으로 처리간에 차이를 보였는데, 복강지방이 많은 육계는 가식부

Table 3. Additive effects of the *Flammulina velutipes* media by-product for broiler chicken raising

Additive rate (%)	Individual weight (kg)	Feed intake (kg)	Feed requirement		
			Feed conversion (A)	True wastage ^b (B)	Index (B/A, %)
Control	1.67 ^a	3.67	2.20 ^a	2.20 ^a	100
5	1.64 ^a	3.41	2.08 ^b	1.98 ^b	90
10	1.61 ^a	3.17	1.97 ^c	1.79 ^c	81
20	1.58 ^b	3.05	1.93 ^c	1.61 ^d	73

^b True wastage : Feed conversion $\times$ (1 - Additive rate).

^a The letter is significantly different at $p = 0.05$ level by Duncan's multiple range test.

*Raising periods : 2004.5.20~6.24 (5 weeks).

Table 4. Effects of *Flammulina velutipes* media by-product supplementation on shearing force, cooking loss and sensory quality of chicken meat

Additive rate (%)	Shearing force (kg/cm ²)	Cooking loss (%)	Sensory evaluation		
			Juiciness	Tenderness	Flavor
0	1.12 ^{cJ}	17.0 ^c	4.4 ^b	4.6 ^b	4.9 ^a
5	1.28 ^b	20.3 ^a	4.2 ^b	4.7 ^b	4.7 ^{ab}
10	1.31 ^b	17.9 ^c	5.3 ^a	5.2 ^a	5.0 ^a
20	1.56 ^a	19.1 ^b	4.4 ^b	4.4 ^c	4.5 ^{ab}

^JThe letter is significantly different at p = 0.05 level by Duncan's multiple range test.

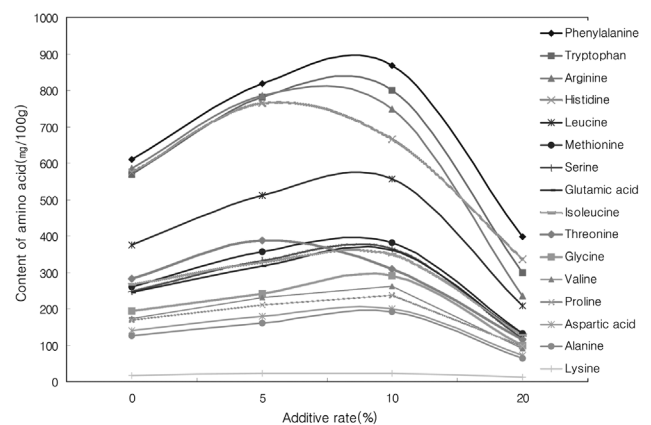
Table 5. Chemical composition of chicken meat at different additive feeding levels of *Flammulina velutipes* media by-product

Additive rate (%)	T-C (%)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
0	48.6	14.73	2.13	0.41	0.01	0.05	140	84.1	0.8	9.4	0.2
5	48.5	14.75	2.18	0.44	0.02	0.05	32	37.6	0.1	7.4	0.0
10	49.0	14.82	2.18	0.43	0.02	0.05	14	35.1	0.0	6.3	0.0
20	48.9	14.81	2.19	0.43	0.03	0.05	21	30.6	0.0	8.1	0.0

분이 적어져 식용효율이 낮아지며, 사료의 에너지가 비효율적으로 소비됨으로 바람직하지 않을 뿐만 아니라 육계의 지방증가는 도계장에서의 가공처리과정에 악영향을 초래하고 있어, 체지방 및 복강지방 축적량을 낮추어야 한다고 보고하였다(Cherry *et al.*, 1987; 秋葉, 1989).

계육의 전단력과 가열감량은 대조구의 1.12 kg/cm²와 17.0%에 비하여 5% 첨가구에서 1.28 kg/cm²와 20.3%, 10% 첨가구에서 1.31 kg/cm²와 17.9%, 20% 첨가구에서 1.56 kg/cm²와 19.1%로 전단력은 팽이버섯 탈병배지 첨가수준에 비례하여 증가했으며, 가열감량은 첨가수준 5%, 20%, 10%, 대조구 순으로 높았다. 또한 관능검사 결과 다즙성, 연도, 향미는 팽이버섯 탈병배지 10% 첨가사료를 급여한 계육에서 가장 높게 평가되었다(Table 4). 김 등(2002)은 인삼, 산약, 한약 부산물을 재래종 닭에 급여한 계육의 전단력은 한약구에서 높았으며, 가열감량은 인삼구에서 높고, 한약구에서는 낮은 반면, 관능검사 결과는 유의차가 인정되지 않았다고 하였는데, 본 시험에서도 계육의 전단력, 가열감량은 공시재료의 첨가수준에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다.

육계사료에 팽이버섯 탈병배지를 첨가하여 급여한 계육의 화학성분 중 인, 칼슘함량은 탈병배지의 첨가수준이 높아질수록 약간 증가하는 경향이었으나 알미늄, 철, 망간 등 미량원소의 함량은 낮아졌다(Table 5). 또한 Fig. 3에서 대조구에 비하여 탈병배지의 첨가수준 5~10%에서 계육의 아미노산 함량이 모두 높은 것으로 보아 육질개선효과가 있는 것으로 판단되는데, 天野 등(1981)은 고기에서 아미노산은 향미를 좋게 하고 표면을 보기 좋은 갈색으로 변화시킨다고 보고하였다. 그러나 20% 첨가구는 대조구보다 오히려 아미노산 함량이 낮았는데, 이는 과다한 탈병배지의 첨가는 영양소의 불균형을 초래하기 때문이라고 사료된다. 그래프의 추세곡선으로 보아서는 육계사료에

**Fig. 3.** Amino acid composition as affected by supplementation levels of *Flammulina velutipes* media by-product.

콘코브를 주재료로 한 팽이버섯 탈병배지의 최적첨가수준은 각종 아미노산 함량이 가장 높게 나타난 8%가 좋을 것으로 판단된다.

본 시험의 결과는 팽이버섯 탈병배지를 이용한 가축사료절감 및 육질개선에 관한 기초자료로 활용과 영농현장에의 적용이 기대된다.

적 요

버섯(mushroom)의 가축사료화 가능성을 조사하여 친환경 농업 소재개발의 기초자료로 활용하고자 시험한 결과, 팽이버섯 탈병배지를 육계사료에 5~10% 첨가시 사료절감 10~20%, 복강지방 감소 25~37% 및 육질개선 효과가 있었다. 또한 팽이버섯 탈병배지를 육계사료에 5~10% 첨가하여 사육한 닭고기는 아미노산 함량이 33~38% 증가하였으나, 20% 이상 첨가시는 오히려 감소하는 경향이였다.

인용문헌

- 김병기, 황인엽, 김영직, 황영현, 배만중, 김수민, 안종호. 2002. 인삼, 산약, 한약 부산물의 급여가 채래종 계육의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지 **22**(2): 122-129.
- 김영일. 1985. 비료분석법해설. 중앙문화사. pp.748.
- 김현중. 1993. 꽃송이버섯균, 해면버섯균 및 덕다리버섯균에 의한 낙엽송 근주 심재부후균에 관한 연구. 강원대학교 농학박사학위논문.
- 나재천, 장병귀, 김상호, 김지혁, 김성권, 강희설, 이덕수, 이상진, 정종천, 이진건. 2005. 팽이버섯 배지부산물의 급여가 산란계의 생산성 및 난질에 미치는 영향. 한국가금학회지 **32**(2): 143-147.
- 小林武雄, 矢吹稔, 星野一雄, 坂本正義. 1975. 농화학회지 **49**: 81.
- 天野慶之, 藤券正生, 安井勉. 1981. 食肉加工ハンドブック. 光琳.
- 秋葉征夫. 1989. 農林水産省. 蓄産の研究 **4**(2): 120-136.
- A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Cherry, J. A., Siegel, P. B. and Beane, W. L. 1987. Genetic-nutritional relationships in growth and carcass characteristics of broiler chickens. *Poultry Sci.* **57**: 1482-1487.
- Mizuno, T. 1995. Special issue on mushrooms: the versatile fungus - food and medicinal properties. Chemistry, biochemistry, biotechnology, and utilization. *Food Reviews International*. **11**(1): 236.
- Tomoda, K. and Shimazono, H. 1964. *Agr. Biol. Chem.* **28**: 770-774.
- Waters Co. PICO-TAG amino acid analysis system operator's manual Revision 4.