

버섯재배 폐배지와 생균제의 급여가 비육돈의 생산성, 돈분 중 가스 및 냄새발생에 미치는 영향

최순천·채병조
강원대학교 동물자원학부

Effects of Feeding Mushroom Substrate Waste and Probiotics on Productivity, Emission of Gases and Odors in Manure for Finishing Pigs

S. C. Choi and B. J. Chae

Division of Animal Resources, Kangwon National University

ABSTRACT

A total of 72 finishing pigs(L×Y×D; 80kg of initial body weight) were employed for 5 weeks to investigate the effects of feeding mushroom substrate waste(MSW) treated with *pleurotus ostreatus* and probiotics on productivity, carcass traits, nutrient digestibility and emissions of harmful gases and malodor in manure. Treatments were Control(C: basal diet), T1(3% MSW) and T2(3% MSW+ 0.1% probiotics). Average daily gain(ADG) was lower(p<0.05) in pigs fed a T1 diet than those fed a C diet, however, there was no difference in ADG of pigs fed diets between C and T2. Similar trends were found in feed/gain(F/G) among treatments, though feed intake was not different. No differences were found in back fat thickness among treatments, but carcass dressing percentage was significantly(p<0.05) improved in pigs fed a T2 diet compared to C or T1 diets. Nutrient digestibilities including dry matter, crude protein, energy and crude fiber were lower(p<0.05) in T1 than C or T2. NH₃ and H₂S gas emissions were reduced(p<0.05) or not produced in pig manure from T2 as compared to C or T1. In conclusion, the present result shows that feeding MSW with probiotics is desirable for finishing pigs in terms of productivity, carcass traits and nutrient digestibility. It also appears that the emission of harmful gases and malodor in manure can be reduced by the inclusion of probiotics in the diet.

(Key words : Mushroom substrate waste, Probiotics, Pig)

I. 서론

양돈에 있어서 사료비가 차지하는 비중은 여러가지 여건에 따라 다소 다르지만 대개 전체 생산비의 60~70%를 차지한다. 이러한 사항은 양돈생산비중에서 사료비가 차지하는 비중이

너무 과다함을 의미하는 것이고, 돈육의 생산비를 줄이기 위해서는 사료비를 줄여야 하는데, 한가지 방법으로 유기성 부산물의 이용을 들 수 있다.

우리나라에서 1930년대에 버섯이 인공적으로 재배되기 시작하면서(차 등, 1989), 근래에는 많

Corresponding author : B. J. Chae, Division of Animal Resources, Kangwon National University. 192-1, Hyojadong, Chuncheon 200-701, Kangwondo, Korea. Tel : 82-33-250-8616. Fax : 82-33-244-4946. E-mail : bjchae@kangwon.ac.kr.

은 농가가 버섯을 재배하고 있다. 버섯 재배농가가 늘어나면서 버섯을 재배한 후 버려지는 폐배지의 발생량이 많아지고 있으나 폐배지는 주로 퇴비로 이용되고 있을 뿐 사료로는 이용이 거의 되지 않고 있는 실정이다.

느타리버섯 재배에서 사용하는 배지로서는 주로 미강이나 톱밥같은 원료가 많이 사용된다. 이들 중에서 미강은 사료원료로 많이 이용되지만, 톱밥은 기호성이나 소화율이 낮기 때문에 사료로는 거의 이용되지 않는다. 그러나 버섯재배시 균사체를 접종함으로써 섬유성 물질의 구조변화가 일어나 소화율이 개선될 가능성도 있기 때문에 이들의 사료화에 관한 연구는 필요할 것으로 판단된다.

일부의 연구에 의하면, 버섯균의 균사체는 직접적으로 리그닌을 분해할 수 있을 뿐만 아니라 리그닌과 셀룰로오스의 결합을 분해할 수 있는 능력을 가지고 있다(Lynch 등, 1977; Crawford, 1981; Chahal, 1982). 또한 균사체의 단백질 함량은 52%로서 반추가축에서는 좋은 영양소 공급원이 될 수 있는 것으로 알려지고 있지만(Lynch 등, 1977; Hubber, 1987; May 등, 1989; Caswell, 1990), 단위동물에서는 연구된 바 거의 없다.

느타리버섯의 종균(*Pleurotus ostreatus*)을 이용하여 저질 조사료의 사료적 가치를 개선시키려는 연구도 수행된 바 있다. 이 종균을 벧짚에 접종하였을 때, 이와 김(1982)은 벧짚 중 조단백질 함량이 유의적으로 증가하였으나 한우송아지에 급여시 사료 섭취량과 증체량에는 별 차이가 없었다고 했으며, Yamakawa 등(1992)은 벧짚의 *in vitro* 소화율이 개선되었다고 하였다.

한편, 돼지에서 생균제의 급여효과에 대해서는 많은 연구가 수행되었다. 연구된 결과를 요약해 보면, 급여시 장내미생물 균총을 정상적으로 유지하고 일부의 항생물질도 생성하여 유해미생물의 증식을 억제시킴으로써(Smith와 Jones, 1963), 내병성의 증가나 설사를 방지할 수 있으며(Pollman, 1986), 성장률 및 사료효율 개선(한 등, 1982; 1983)으로 생산성을 향상시킬 수 있다. 또한 소화율의 개선으로 분 중의 질소 배설량을 감소시킬 수 있으며(한 등,

1984), 유해가스나 불쾌한 냄새를 발현하는 물질의 생성을 억제함으로써 돈분 중의 악취를 감소시킬 수 있다는 보고(Larsen과 Hill, 1960; Hill 등, 1970; Collington 등, 1988)도 있기 때문에 환경오염문제를 경감시킬 수 있는 장점도 지니고 있다.

따라서, 본 연구는 현재 폐기되고 있는 버섯재배 폐배지의 급여시 돼지의 성장률을 조사하고, 생균제를 동시급여 할 때 돼지의 생산성, 영양소 소화율, 도체조성 및 돈분 중의 유해가스와 불쾌한 냄새 발생량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험설계, 시험동물 및 시험사료

본 시험은 탈지미강 10%를 사용한 기초사료(대조구)에 느타리버섯 재배 폐배지(mushroom substrate waste: MSW) 3%를 탈지강과 대체한 처리(T1)와 T1에 복합생균제 0.1%를 첨가한 처리구(T2) 등, 3처리를 두었다.

시험용 돼지는 3원교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc)으로 비육돈 72두(개시체중 80kg)를 공시하여 3처리 3반복으로, 반복당 암수 4두씩 중 8두씩을 공시하여 5주간 사육하였다.

본 시험에 사용된 원료 중 탈지강과 버섯배지의 성분 함량은 Table 1과 같으며, 생균제는 복합균주로 구성되어 있으며 각 균주별 함량은 사양시험에 사용된 사료의 배합비율표와 성분 함량이 제시된 Table 2에 명시되었다. 본 시험에 사용된 탈지강은 추출법에 의하여 탈지하였으며, 버섯재배용 폐배지는 미강과 톱밥을 60:40으로 혼합하여 느타리 균주(*pleurotus ostreatus*)를 접종하여 느타리버섯을 생산한 후 수집한 것으로 수분 함량이 12% 이내가 되도록 양건하여 본 시험에 이용하였다.

2. 사양관리 및 도체성상조사

반 슬러리 돈사에서 물과 사료를 자유 채식시켰으며, 종료체중에서 개시체중을 공제하여

Table 1. Chemical compositions of defatted rice bran and mushroom substrate waste used in the feeding trials(% DM basis)

Chemical compositions	Defatted rice bran	Mushroom substrate waste ¹⁾
Proximate analysis		
Crude protein	17.50	8.87
Crude fat	1.42	1.98
Crude fiber	14.20	18.08
Crude ash	14.97	8.87
Minerals		
Calcium	0.41	0.33
Phosphorus	1.96	1.39
Essential amino acids		
Lysine	0.81	0.58
Methionine+Cystine	0.73	0.58
Histidine	0.43	0.23
Arginine	1.25	0.25
Threonine	0.60	0.11
Valine	0.90	0.43
Isoleucine	0.57	0.22
Leucine	1.14	0.43
Phenylalanine + Tyrosine	0.96	0.64

¹⁾ A mixture of rice-bran and sawdust (60:40).

증체량으로 산출하였고, 사료섭취량을 증체량으로 나누어 사료요구율을 산출하였다. 사양시험 종료후 각 처리당 평균체중 111kg(±3.15)되는 거세돈 6두씩을 도살하여 머리, 발목, 혈액, 털, 내장을 공제하여 지육율을 산출하였으며 10번째 갈비뼈위의 지방두께를 측정하여 등지방 두께를 산출하였다.

3. 사료의 소화율과 돈분 성상조사

비육돈 시험종료전 시험사료에 산화크롬 0.3%를 첨가하여 적응기간 5일 후 6일차에 각 처리별로 4마리에서 분(4반복)을 채취하여 소화율과 분의 성상을 조사하였다. 분 중의 가스측정은 분 채취 후 냉동하여 1주간 보관 후 실온에서 녹인 다음 3일(3회)에 걸쳐 가스측정 키트(Gastec[®], Japan)으로 SO₂, NH₃ 및 H₂S 가스 발생량을 조사하였으며, 분중의 냄새도 같은 방법으로 검사자 7인으로 하여금 냄새발생정도(1=냄새 거의 없음, 2=냄새 보통, 3=냄새 심함)를 조사하였다.

Table 2. Formula and chemical composition of a basal diet for feeding trial

Ingredients	(%)
Corn	55.88
Defatted rice bran ¹⁾	10.00
Soybean meal (44%)	22.48
Limestone	1.09
Tricalcium phosphate	0.78
Salt	0.30
Vit. premix ²⁾	0.30
Min. premix ³⁾	0.25
Animal fat	4.92
Molasses	4.00
Probiotics ⁴⁾	±
Total	100.00
Chemical composition (%)	
ME (kcal/kg)	3,180
Crude protein	16.00
Calcium	0.80
Av. phosphorus	0.26
Lysine	0.86
Methionine+Cystine	0.60

¹⁾ Defatted rice bran was substituted with mushroom substrate waste by weight basis.

²⁾ Supplied per kg diet : 5,000IU vit. A, 800IU vit. D₃, 20IU vit. E, 2mg vit. K, 1mg thiamin, 3.5mg riboflavin, 2mg vit. B₆, 20ug vit. B₁₂, 15mg pantothenic acid, 20mg niacin, 0.05mg biotin, 0.5mg folic acid.

³⁾ Supplied per kg diet : 120mg Cu, 77mg Fe, 96mg Zn, 48mg Mn, 0.48mg I, 0.44mg Co, 0.3mg Se.

⁴⁾ Supplied per g probiotics (cfu) : 5.5×10⁸ Lactobacillus Bulgaricus, 2.5×10⁶ Micrococcus Lactis, 13×10³ Clostridium Pasteurium, 7.5×10⁹ Saccharomyces Sake, 12×10⁸ Bacillus Acidolactis.

4. 화학분석 및 통계처리

모든 시료의 일반분석은 AOAC(1990) 방법에 의하여 분석하였으며, 아미노산은 6N HCl로 24시간동안 105℃에서 가수분해하여 Phenylisothiocyanate(PITC)로 유도체화하여 Phenylthiocarbamate(PTC) 아미노산을 만들어 3.9×150mm PICO-Tag[®] Column으로 HPLC(Waters 486, USA)를 이용해 UV(254nm) 검출기를 통해서 분석하였다. 시료 중의 크롬과 에너지는 spectrophotometer(Contron 942, Italy)와 bomb calorimeter(Parr 1261, USA)를 이용하여 각각 분석하였다.

얻어진 자료의 통계처리는 SAS 프로그램 (1985)을 이용하여 분산분석을 실시한 후 처리

평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법 (Snedecor와 Cochran, 1980)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 사양성적 및 도체성상

버섯재배 폐배지와 생균제의 급여가 비육돈의 사양성적과 도체성적에 미치는 영향은 Table 3과 같다.

일당증체량에서는 T1이 대조구와 T2에 비해 유의적으로(p<0.05) 떨어지는 결과가 나타났으나 사료섭취량에서는 각 처리간에 별 차이가 없었다. 그러나 사료요구율은 증체율과 같은 경향을 보여 T1이 T2에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05).

도체성적을 살펴보면 지육율이 T2가 T1과 대조구에 비해 유의적으로(p<0.05) 증가되었으나 대조구와 T1간에는 차이가 없었다. 등지방 두께는 처리간에 유의적인 차이가 인정되지 않았다. 지육 판매가에서는 T2가 대조구와 T1에 비해 각각 두당 4,693원과 4,914원이 높았다. 그러나 T1은 대조구에 비해 별 차이가 없었다.

2. 영양소 소화율과 돈분의 성상

버섯재배 폐배지와 생균제의 급여가 비육돈

의 영양소 소화율과 돈분 성상에 미치는 영향은 Table 4와 같다. 건물, 에너지, 단백질의 소화율이 T1에서 대조구나 T2에 비해 전반적으로 떨어졌다(p<0.05). 특히 조섬유의 소화율에서는 T1이 다른 처리에 비해 현저히 떨어졌으며(p<0.05), T2는 대조구에 비해서도 유의적으로 소화율이 개선되었다(p<0.05).

돈분 중 발생하는 SO₂ 가스 함량은 1.75에서 2.00ppm으로서 처리간에 유의적인 차이가 없었으나 NH₃ 가스 함량은 T2가 대조구나 T1에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05). H₂S 가스 발생량은 T2에서는 없었으며, 대조구와 T1에서는 공히 0.17ppm으로 나타났다.

한편, 돈분 중의 냄새검사에서는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 T2가 냄새가 거의 없다고 한 부분이 44.44%로서 대조구의 11.12%에 비해 현저히 줄어들었으며, T1도 29.63%로서 대조구에 비해서는 다소 줄었다. 또한 냄새가 심하다고 한 부분에서는 T2가 3.70%, T1이 22.22%, 대조구가 44.44%로서 생균제 첨가시 돈분에서 냄새가 현저히 줄어드는 것으로 나타났다.

비육돈 사료에 버섯재배 폐배지(MSW)를 3% 급여했을 때 증체량과 사료요구율이 탈지강 급여시에 비해 떨어지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 본 시험에서 조사된 바와 같이 사료 중 건물, 에너지, 조단백질, 조섬유의 소화율이 유의적으로 떨어진데 기인된 것으로 사료된다.

Table 3. Effects of feeding mushroom substrate waste and probiotics on growth and carcass traits in finishing pigs¹⁾

	Control	T1	T2	SE
Growth performance				
Average day gain (g/d)	782 ^a	727 ^b	790 ^a	30.12
Average feed intake (g/d)	2,892	2,851	2,879	86.53
Feed/Gain	3.70 ^{ab}	3.92 ^b	3.65 ^a	0.16
Carcass traits				
Live weight (kg/pig)	112.00	111.25	111.85	3.15
Dressing (%)	72.48 ^a	73.28 ^a	74.90 ^b	1.72
10th rib fat thickness (mm)	16.75	16.50	16.25	1.24
Carcass price (₩/pig) ²⁾	177,780	177,559	182,473	-

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

¹⁾ Control: Defatted rice bran, T1: 3% MSW, T2: 3% MSW + 0.1% probiotics.

²⁾ Calculated by ₩2,178/kg of carcass.

Table 4. Nutrient digestibility and gas emission in swine manure as affected by feeding mushroom substrate waste and probiotics¹⁾

	Control	T1	T2	SE
Nutrient digestibility (%)				
Dry matter	71.09 ^a	66.58 ^b	69.58 ^a	2.91
Gross energy	71.80 ^a	64.50 ^b	70.87 ^a	4.06
Crude protein	76.12 ^a	68.55 ^b	75.39 ^a	6.74
Crude fiber	41.95 ^b	37.69 ^c	47.11 ^a	4.72
Gas emission in manure (ppm)				
SO ₂	1.75	2.00	2.00	0.14
NH ₃	2.25 ^a	1.75 ^a	0.15 ^b	1.10
H ₂ S	0.17	0.17	0.00	-

¹⁾ Control: Defatted rice bran, T1: 3% MSW, T2: 3% MSW + 0.1% probiotics.

^{abc} Values with different superscripts in the same row differ (p<0.05).

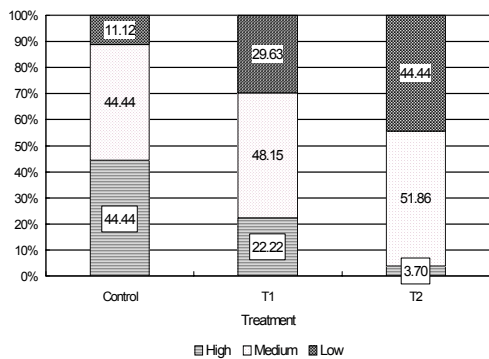


Fig. 1. Malodour emissions in manure as affected by dietary treatments (Control: Defatted rice bran, T1: 3% MSW, T2: 3% MSW+0.1% probiotics)

MSW에는 톱밥이 60% 함유되어 있기 때문에 돼지에서 소화율이 낮은 것으로 간주되지만, 버섯배지에서 느타리버섯 종균(*pleurotus ostreatus*)을 접종할 경우 종균을 접종하기 전에 비해서 그것의 성분 함량과 소화율이 어떻게 변하는지는 앞으로 연구가 되어야 할 부분이다.

Pleurotus ostreatus 균사체를 접종할 경우 볏짚에서 리그닌을 분해할 수 있으며(Lynch 등, 1977; Crawford, 1981; Chahal, 1982), 톱밥과 미강을 혼합한 배지에서 protease, phenoloxidase 및 cellulase의 활성이 증가한다(장 등, 1996)는 보고가 있지만, Sommer 등(1978)과 Yamakawa 등(1992)이 *Pleurotus ostreatus* 종균을 접종한

볏짚을 반추동물에 급여한 결과 소화율은 오히려 떨어진 것으로 보고했다. 소화율이 왜 떨어지는지에 대해서는 밝혀진 것이 없으며, 더욱이 돼지를 비롯한 단위동물에서 버섯종균이 영양소 소화율에 미치는 영향에 관해서는 보고된 내용이 거의 없다.

MSW를 비육돈 사료에 3% 첨가했을 때 사료섭취량은 대조구에 비해서 떨어지지 않았다. 이것은 이미 실시한 기호성 시험에서(Chae, 1997) 육성돈에 MSW를 4%이상 첨가시 사료섭취량이 현저히 떨어짐을 확인했기 때문에 본시험에서 3% 수준으로 첨가하였다.

MSW 단독(T1)으로 비육돈사료에 3% 수준으로 첨가하였을 때는 대조구에 비해 성장률이나 사료의 소화율이 떨어졌으나 여기에 생균제를 첨가한 결과 성장률과 사료요구율이 개선되었으며 지육율이 유의적으로 개선되었다. 이와같이 생균제의 급여시 증체율과 사료효율이 개선된 결과는 Pollman 등(1980), Hale과 Newton(1979) 및 한 등(1982)의 보고와 일치한다. 그러나 MSW를 첨가하지 않은 대조구에 비해서는 별 차이가 없었다. 실제로 돼지에서 생균제 급여시의 효과는 일률적이지 못하다(Stavric과 Komegay, 1995). Hines와 Koch(1971), 그리고 Cline 등(1976)은 양돈사료에서 생균제의 첨가가 별다른 효과가 없었다고 했으며, 급여하는 미생물의 종류에 따라서도 차이가 있으며(Stavric과

Kornegay, 1995), 특히 미생물을 단순하게 사용하는 것보다는 복합적으로 사용하는 것이 더욱 효과적이라고 보고되고 있다(Nousiainen과 Setala, 1993). 또한, 일부 보고에서는 육성 비육돈보다는 자돈에서 생균제의 급여효과가 우수하다고 하였다(Fox, 1988; Vannbelle, 1989). 그 이유는 큰 돼지가 자돈에 비해 소화능력이나 면역력이 우수하기 때문인데(Nousiainen과 Setala, 1993), 본 실험에서 소화율이 낮은 사료(MSW를 함유한 사료)에 생균제를 첨가시 비육돈의 성장률과 사료효율 및 소화율이 개선되는 것은 사료의 형태에 따른 비육돈의 소화능력과 관련이 있으며, 본 시험에 사용된 생균제가 복합제제로서 효과가 우수하기 때문으로 여겨진다. 생균제의 첨가로 소화율이 개선된 것은 일찍이 Langston과 Bauma (1960)에 의해 보고된 바 있다.

생균제의 첨가로 등지방의 두께에 변화가 없는 것은 한 등(1982)의 보고와 일치한다. 그러나 본 실험에서 생균제의 급여시 지육율이 개선되었는데, 그 이유는 소화능력의 향상으로 내장중량이 줄어들었을 가능성에 기인할 수 있으나 확실하지는 않다.

본 시험에서 생균제의 첨가로 얻어진 잇점으로 돈분 중의 유해가스 발생과 냄새가 줄었다는 점을 들 수 있다. 이러한 사항은 현재 양돈 산업이 직면하고 있는 심각한 환경문제를 다소나마 경감할 수 있을 것으로 사료되어 매우 고무적인 일이라 할 수 있다. 생균제의 첨가로 암모니아 가스와 황화 가스의 발생이 줄었거나 검출되지 않은 것은 Larsen과 Hill(1960) 및 Hill 등(1970)의 보고와 일치한다. 암모니아 가스 발생의 감소는 장내에서 urease를 생성하는 박테리아의 성장을 억제하는 결과로서(Yeo와 Kim, 1997), 이 urease는 소화기내 점막세포에 손상을 입혀 소화흡수에도 막대한 지장을 초래할 수 있다(Murakami 등, 1990; Eaton 등, 1991).

돈분에서 불쾌한 냄새를 일으키는 물질로서는 75종 이상이 있는 것으로 알려지고 있다. 여기에는 ammonia, sulfides, amines 등 여러 가지가 있으나(Milner, 1975), 대표적인 것들로서는 휘발성 지방산(C2-C5), phenols 및 indoles이다(Spoelstra,

1980). 생균제의 급여시 암모니아, 황화수소, 아민류, indole, 페놀류 등 독성 및 냄새를 유발하는 물질이 억제되는 것은 Larson과 Hill(1960) 및 Hill 등(1970)에 의해 보고된 바 있다.

IV. 요약

본 연구는 버섯재배 폐배지(MSW)의 단독 또는 생균제와의 혼합급여가 비육돈의 생산성, 영양소 소화율 및 돈분중 유해가스와 냄새발생에 미치는 영향을 조사하고자 비육돈 72두(L×Y×D, 개시체중 80kg)를 공시하여 5주간 사양시험을 실시하였다. MSW와 생균제를 첨가하지 않은 대조구, T1(MSW 3%첨가), 그리고 T2(T1에 생균제 0.1% 첨가)로 3처리를 두었다. 일당증체량에서는 T1이 대조구와 T2에 비해 유의적으로(p<0.05) 떨어지는 결과가 나타났으나 사료섭취량에서는 각 처리간에 별 차이가 없었다. 그러나 사료요구율은 증체량과 같은 경향을 보여 T1이 T2에 비해 유의적으로 낮았다(p<0.05). 도체성적을 살펴보면 도체율이 T2가 T1과 대조구에 비해 유의적으로(p<0.05) 증가되었으나 대조구와 T1간에는 차이가 없었다. 등지방두께는 처리간에 유의적인 차이가 인정되지 않았다. 건물, 에너지, 단백질의 소화율이 T1에서 대조구나 T2에 비해 전반적으로 떨어졌다 (p<0.05). 특히 조섬유의 소화율에서는 T1이 다른 처리에 비해 현저히 떨어졌으며(p<0.05), T2는 대조구에 비해서도 유의적으로 소화율이 개선되었다(p<0.05). 돈분중 발생하는 NH₃가스와 H₂S 가스 발생량은 대조구나 T1에 비해 T2에서 유의적으로(p<0.05) 감소되었거나 발생되지 않았다. 이상의 결과를 요약해 보면, 비육돈사료에서 MSW를 단독으로 사용하는 것보다 생균제와 혼합하여 사용하면 돼지의 생산성, 도체성장 및 영양소 소화율에서 도움이 되며, 특히 생균제를 첨가할 때 돈분에서 발생하는 유해가스나 냄새 발생량을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

V. 인용 문헌

1. A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists.

- Washington. D.C.
2. Caswell, L. E. 1990. Fungal additives feed management. 41(4):9-13.
 3. Chae, B. J. 1997. Feed intake as affected by feeding mushroom substrate waste in growing pigs. Unpublished.
 4. Chahal, D. S. 1982. Bioconversion of Ligno-Cellulose into food and feed rich in protein. In: Advanced Microbiology(Subba, N. S. ed.). Butterworth. Sci. London. UK.
 5. Cline, T. R., Forsyth, D. and Plumlee, M. P. 1976. Probios for starter and grower pigs. Prude Swine Day Rep. p. 53.
 6. Collington, G. K., Parker, D. S., Ellis, M. and Armstrong, D. G. 1988. The influence of probios or tylosin on growth of pigs and development the gastrointestinal tract. Ainm. Prod. 46(Abstr.):521.
 7. Crawford, R. L. 1981. Lignin biodegradation and transformation. A Wiley-Inter Science. Pub. New York. NY.
 8. Eaton, K. A., Brooks, C. L., Morgan, D. R. and Krakowa, S. 1991. Essential role of urease in pathogenesis of gastritis induced *Helicobacter pylori* in gnotobiotic piglets. Infect. Immun. 59:2470-2475.
 9. Fox, S. M. 1988. Probiotics: Intestinal inoculants for animal production. Vet. Med. 83:806-830.
 10. Hale, O. M. and Newton, G. L. 1979. Effects of a nonviable lactobacillus species fermentation product on performance of pigs. J. Anim. Sci. 48:770-775.
 11. Hill, I. R., Kenworthy, R. and Porter, P. 1970. Studies of the effect of dietary lactobacilli on intestinal and urinary amines in pigs relation to weaning and postweaning diarrhea. Res. Vet. Sci. 11:32.
 12. Hines, R. H. and Koch, B. A. 1971. Response of growing and finishing swine to dietary source of lactobacillus acidophilus. Kansas Agr. Exp. Sta. Prog. Rep. 181:29.
 13. Hubber, J. T. 1987. Fungal additives for lactating cows. Pacific North West. Anim. Nutr. Conf. p. 1.
 14. Langston, C. N. and Bouma, C. 1960. A study of the microorganisms grass silage: The Lactobacilli. Appl. Microbiol. 8:223.
 15. Larson, N. L. and Hill, E. G. 1960. Amine formation and metabolic activity of microorganisms in the ileum of young swine fed chlortetracycline. J. Bact. 80:188.
 16. Lynch, G. P., Smith, D. F., Jackson, F. D., Cope, R. C. and Simpson, M. E. 1977. Fungal degradation and nutritional value of cellulosic wastes. J. Anim. Sci. 44:883-888.
 17. May, J., Williams, J. E. and Castaldo, D. J. 1989. Nonconventional feeds. Feed Management, June. 40 (6):7-14.
 18. Milner, J. A. and Visek, W. J. 1975. Urinary metabolites characteristic of urea cycle amino acid deficiency. Metabolism. 24:643.
 19. Murakami, M., Yoo, J. K., Teramura, S., Yamamoto, K., Saita, H., Matuo, K., Asada, T. and Kita. T. 1990. Generation of ammonia and mucosal cell lesion formation following hydrolysis of urea by urease in the rat stomach. J. Clin. Gastroenterol. 12:104-109.
 20. Nousiainen, J. and Setälä, J. 1993. Lactic acid bacteria as animal probiotics. In: Lactic Acid Bacteria (Salminen, S. and Ven Wright, A. eds.). Marcel Dekker. New York. NY. p. 315-356.
 21. Pollman, D. S. 1986. Probiotics in pig diets. In: Recent advances in animal nutrition(Hareign, W. and Cole, D. J. A. eds.). Butterworth. London, UK. p. 193-205.
 22. Pollman, D. S., Danielson, D. M. and Peo, E. R. Jr. 1980. Effect lactobacillus acidophilus on starter pigs fed a diet supplemented with lactose. J. Anim. Sci. 51:638.
 23. SAS. 1985. Statistics for Personal Computer. SAS Institute Inc. Cary. NC.
 24. Smith, W. H. and Jones, J. E. T. 1963. Observations on the alimentary tract and its bacterial flora in healthy and diseased pigs. J. Path. Bact. 86:387.
 25. Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1980. Statistical Methods(7th ed.). Iowa State University Press. Ames, IA.
 26. Sommer, A., Skultetyova, N. and Ginterova, A. 1978. Investigation into the nutritive value of the harvested substrate *Pleurotus ostreatus*. Polnohospodarstvo. 24:152-158.
 27. Spoelstra, S. F. 1980. Origin of objectionable odorous compounds in piggery wastes and the possibility of applying indicator components for studying odor development. Agric. Environ. 5:241-260.
 28. Stavric, S. and Kornegay, E. T. 1995. Microbial probiotics for pigs and poultry. In: Biotechnology in animal feeds and feeding(Wallace, R. J. and Chesson, A. eds.). VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim, Germany. p. 205-231.
 29. Vannbelle, M. 1989. Enzyme systems for lignocell

- ulose degradation. Elsevier. London. p. 357-369.
30. Yamakawa, M., Abe, H. and Okamoto, M. 1992. Effect of incubation with edible mushroom, *Pleurotus ostreatus* on *in vitro* degradability of rice straw. Anim. Sci. Technol. 63:193-198.
 31. Yeo, J. M. and Kim, K. I. 1997. Effect of feeding diets containing an antibiotic, a probiotic, or yucca extract on growth and intestinal urease activity in broiler chicks. Poult. Sci. 76:381-385.
 32. 이택원, 김법희. 1982. 느타리버섯 종균의 접종에 의한 볏짚의 사료가치 개선에 관한 연구. 한국축산학회지. 24(6):476-481.
 33. 장현유, 김광포, 차동열. 1996. 톱밥배양한 느타리버섯 균사 생장시 생산되는 각종 효소변화. 한국균학회지. p. 149-154.
 34. 차동열, 유창현, 김광표. 1989. 최신버섯재배기술. 농업총서 11. (사) 농업진흥회. p. 7.
 35. 한인규, 이상철, 이진희, 김정대, 정필근, 이정치. 1984. 생균제제의 성장촉진효과에 관한 연구. II. 브로일러에 대한 *Clostridium butyricum* ID의 성장촉진 효과와 분변 및 장내 세균총의 변화에 미치는 영향. 한국축산학회지. 26(2):158-165.
 36. 한인규, 채병조, 김성겸. 1983. 육성돈에 대한 발효유 제조부산물과 생균제의 성장촉진 및 하리방지 효과에 관한 연구. 한국축산학회지. 25(2):146.
 37. 한인규, 채병조, 박응복, 이광득. 1982. 돼지에 관한 streptococcus faecium(SF-68)의 성장촉진과 하리방지 효과 및 장내 미생물에 관한 연구. 한국영양사료연구회지. 6(1):63.
- (접수일자 : 2003. 1. 22. / 채택일자 : 2003. 5. 22.)