한국가금학회지 제 30권 제 1호, 49~54 (2003)
Korean J. Poult. Sci. Vol. 30, No. 1, 49~54 (2003)



# 눈꽃동충하초균주(*Paecilomyces japonica*) 접종사료 급여가 육계의 생산성에 미치는 영향

강한석 · 손장호[1] · 이길왕 · 김선구 · 조병욱 · 신택순 · 전해열

밀양대학교 동물자원학과, 경남 밀양시 내이동 1025-1번지
[1]경상북도 축산기술연구소, 경북 영주시 안정면 묵리 산 66-1번지

# Effects of Inoculated Diet with *Paecilomyces japonica* on Broiler Performance

H. S. Kang, J. H. Son[1], K. W. Lee, S. K. Kim, B. W. Cho, T. S. Shin and H. Y. Jeon

*Miryang National University, Naeidong 1025-1, Miryang-si, Gyeongnam, 627-702, South Korea,*
*[1]Gyongbuk, Livestock Research Institute, 66-1 Mt., Mook-ri, Anjung-myeon, Youngju-si, Gyongbuk, South Korea*

***ABSTRACT*** : This study was carried out to investigate the effects of the inoculated diet with *Paecilomyces japonica* on weight gain, feed efficiency and cordycepin contents in the breast and thigh meats of broilers. One hundred and twenty broiler chicks were divided into four dietary groups ; 1) control (basal diet), 2) T1 (substituted with 5% inoculated diet), 3) T2 (substituted with 10% inoculated diet) 4) T3 (substituted with 20% inoculated diet) during 4 weeks. Cordycepin contents of inoculated diet with *Pacilomyces japonica* was significantly higher than before inoculation ($P<0.05$). Body weight gain and feed efficiency were highest in T1 group when fed starter diet ($P<0.05$) but these were lowest in T3 group fed when fed finished diet ($P<0.05$). Body weight gain and feed efficiency were the lowest in T2 group for overall period than other groups. Cordycepin contents of breast and thigh meats were significantly higher in *Pacilomyces japonica* groups than control at 5 weeks of age ($P<0.05$). However, it was similar among the T1, T2 and T3 groups.

These results indicated that body weight gain and feed efficiency tended to increase in birds fed replaced 5% inoculation diet. Cordycepin contents of breast and thigh meats would be increased significantly in birds fed inoculated diet ($P<0.05$).

(Key words : *Paecilomyces japonica*, cordycepin, body weight gain, feed efficiency, broiler)

## 서 론

국가 경제의 발전과 국민생활의 향상으로 축산물의 소비가 증가하고 있다. 닭고기의 소비량도 점차 증가하여 1999년도 우리 나라 국민 1인당 연간 닭고기 소비량은 9.9㎏으로 앞으로 더욱 증가될 전망이다(김영환, 2002). 닭고기 소비중에서 육계가 대부분을 차지하는데 육계로부터 생산된 계육은 다른 육류에 비하여 지방함량이 상대적으로 낮고, 가격이 저렴하고, 편이성과 건강 및 영양가에 대한 긍정적인 인식으로 소비량은 꾸준히 증가하여왔다. 특히 WTO 체제하에서 안전성이 높은 육류만이 소비자들의 절대적으로 선호될 것이며, 건강식품으로 인식되는 기능성 육류는 소비자들의 기호도를 높여줄 수 있을 것이다.

이외에도 지난 반세기에 걸친 가금의 육종 및 사료 영양의 발전으로 인하여 가금의 생산능력은 극대화되었지만, 사육규모의 대형화 및 집단사육 등으로 인하여 각종 병원성 미생물의 감염에 쉽게 노출될 수 있으므로 질병감염 정도는 과거에 비하여 매우 높다. 한편 소비자들은 안전한 먹거리의 요구도가 높아짐에 따라서 앞으로 항생제의 사용이 중단되어야 하므로 대체가 가능한 면역성을 증대할 수 있는 물질을 사료첨가제로서 공급이 필요하다.

동충하초는 옛부터 선인들에 의해서 질병을 치유할 수 있는 물질로서 사용되어 왔으며, 최근에는, 항균효과 및 항암효과로 높은 약리적 효능이 증명되고 있으며 그 주요 성분은 cordycepin, 동충하초산, 여러 가지 다당류, 비타민 D의 전구체인 ergosterol 및 과산화물 등이다(Cunninghan 등, 1951;

* To whom correspondence should be addressed : shinshu@chollian.net

Evans, 1982; Shimizu, 1997; Ohmori 등, 1999; Lee 등, 1999; 심 등, 2000). 한편 동충하초를 이용한 실험동물 등을 이용한 임상 실험에서도 면역증강, 항경련 및 진정효과, 항균작용(포도상구균, 연쇄상구균, 탄저 간구균 등), 복수암 억제에 뚜렷한 효능, 신장 기능 및 성기능 개선 등 다양하게 그 효과가 보고되었다(Lin, 1999).

그러므로 본 연구는 이와 같이 약리작용이 우수하다고 알려진 동충하초중 눈꽃동충하초균주(*Paecilomyces japonica*)를 접종하여 발효시킨 사료를 육계용 사료에 수준별로 대체하여 급여 후 육계의 성장 및 계육에 동충하초 약리성분의 전이에 미치는 영향을 구명하고자 실행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시동물, 사양관리 및 시험설계

본 연구에서는 1일령 육계 Arbor Acre Broiler 무감별추 120수를 4개 처리구에 3반복으로 반복당 10수씩 공시하였다. 동충하초는 2주령부터 5주까지 급여하였으며, 시험구는 대조구, 처리구 1, 2, 3으로 구분하여 각각의 처리구당 30마리씩 배치하였다. 기초사료는 옥수수-대두박 위주로 전기(0~3주)는 조단백질 21.0 % 사료를, 후기(4~5주)는 조단백질 19 % 수준의 사료를 급여하였다(Table 1). 대조구는 기초사료만을 급여하였고, 처리구 1 (T1)는 *Paecilomyces japonica* 균주를 접종·발효사료 5% 대체, 처리구 2 (T2)는 *Paecilomyces japonica* 균주를 접종·발효사료 10% 대체, 처리구 3은 *Paecilomyces japonica* 균주를 접종·발효사료 20%를 대체·급여하였다. 눈꽃동충하초균주(*Paecilomyces japonica*)를 접종·발효한 사료의 화학적 성분은 Table 2에 나타냈다.

공시계의 사양관리는 24시간 점등된 사육장내 3단 철제 케이지에 수용하고 사료 및 물은 자유로 섭취하도록 하였다.

### 2. 눈꽃동충하초균주(*Paecilomyces japonica*) 접종·발효사료 만들기

사료에 *Paecilomyces japonica* 균을 접종·발효사료 제조를 위하여 종균의 산소요구량과 항온기의 상태를 고려한 플라스틱 용기(29.5×21.4×7.6cm)를 사용하였다. 선택된 용기에 시판되어지는 육계 사료 800g과 멸균증류수 400 ml를 사료 표면에 골고루 분주하였다. 사료에 *Paecilomyces japonica* 액체종균(강한석 등, 2002) 100ml을 분주한 다음 22℃로 항온된 Incubator (Jeio Tech, IB-01/11/21)에서 20일 간의 배양기간을 거쳐서 *Paecilomyces japonica* 균주 접종·발효사료를 제조하였다. Fig. 1은 *Paecilomyces japonica* 균주를 접종하여 발효된 사료를 나타내었다.

**Table 1.** Basal diet composition for the starter and finisher of broiler

| Ingredients | Starter (to 3wks) | Finisher (4 to 5wks) |
|---|---|---|
| Corn | 46.31 | 61.33 |
| Soybean meal | 36.04 | 30.22 |
| Wheat bran | 10.00 | 3.00 |
| Soybean oil | 4.32 | 1.12 |
| Dicalcium phosphate | 1.16 | 1.62 |
| Limestone | 1.40 | 1.07 |
| Fish meal | | 1.00 |
| Common salt | 0.40 | 0.40 |
| DL-methionine | 0.16 | 0.05 |
| Vitamin premix[1] | 0.10 | 0.10 |
| Mineral premix[2] | 0.10 | 0.10 |
| Total | 100.00 | 100.00 |
| Chemical composition[3] | | |
| Crude protein(%) | 21.00 | 19.00 |
| Choline(%) | 1.395 | 1.274 |
| Methionine(%) | 0.501 | 0.390 |
| Met + cystine(%) | 0.831 | 0.699 |
| Lysine(%) | 1.179 | 1.084 |

[1] Vitamin premix provides the followings(mg) per kg of diet: vitamin A, 5,500IU; vitamin, $D_3$, 1,100ICU; vitamin E, 10 IU; riboflavin, 4.4; vitamin $B_{12}$, 12; nicotinic acid, 44; menadione, 1.1; biotin, 0.11; thiamine 2.2; ethoxyquin 125.

[2] Provided the mg per kilogram of diet; Mn, 120; Zn, 100; Fe, 60; Cu, 10; I, 0.46; Ca, min: 150, max: 180.

[3] Calculated values.

**Table 2.** Chemical composition of inoculated diet with *Paecilomyces japonica*[1]

| Composition | Starter | Finisher |
|---|---|---|
| Dry matter | 37.2 | 34.7 |
| Crude protein(%) | 22.91 | 19.00 |
| Choline(%) | 1.395 | 1.274 |
| Methionine(%) | 0.501 | 0.390 |
| Met + cystine(%) | 0.831 | 0.699 |
| Lysine(%) | 1.179 | 1.084 |

[1] Caculated values.

**Fig. 1.** Inoculated diet with *Paecilomyces japonica*.

### 3. 기초 사료 및 *Paecilomyces japonica*균주 접종·배양 사료 분석

기초 사료 및 *Paecilomyces japonica* 균주 접종·배양 사료의 일반성분은 AOAC법(1996)에 의하여 분석하였다.

### 4. 증체량

증체량은 예비시험기간을 포함하여 5주간 매주 동일한 시간(오전 9시)에 개체별 체중을 측정하였으며, 종료시 체중으로부터 개시시 체중을 감하여 계산하였다.

### 5. 동충하초의 약리성을 나타내는 성분(Cordycepin) 분석

발효 사료 및 계육에 함유된 cordycepin 추출을 위하여 탈지한 각각의 시료 1g을 마개가 있는 유리용기에 넣고 HPLC용 증류수 100ml를 부어 잘 흔들어준 후, 90℃의 shaking water bath에서 12시간동안 80rpm의 속도로 교반 추출하였다. 이것을 실온에서 식힌 후 No. 2 여과지(Whatman)로 여과하였다. 여액 50 ml를 삼각 플라스크에 담고 HPLC용 acetone 100ml를 섞어 잘 흔들어준 다음 4℃에서 12시간 동안 냉침한 후 다시 Whatman No. 2 여과지로 여과하였다. 여액을 감압 농축하여 건조물을 얻은 후 이를 HPLC용 water 5 ml에 용해시켰다. HPLC 분석을 위하여 0.45μm membrane filter로 여과한 후 분석시료로 사용하였다. Cordycepin 분석을 위한 HPLC(Shimadzu, LC-2010)의 조건표는 Table 3에 나타내었다.

**Table 3.** HPLC condition for analysis of cordycepin

| Instrument | Spectra-Physics |
|---|---|
| Column | μ Bondapak C18 (30×3.9cm) |
| Flow rate | 1 ml/min |
| Mobile phase | 0.05M $K_2HPO_4$ (pH 4.6) : Methanol = 40:60 |
| Injection volume | 50μl |

### 6. 통계분석

시험을 통해서 얻어진 성적들은 SAS package(SAS Institute, 1996)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하고, Duncan의 New multiple range test를 이용하여서 유의성 검정을 실시하였다(Steel and Torrie, 1980).

## 결과 및 고찰

·Table 4는 시판용 육계사료에 *Paecilomyces japonica* 액체종균을 접종 전과 접종 후의 동충하초의 약리성분인 cordycepin 함량을 수록하였다.

일반적으로 동충하초의 약리작용에 관여하는 대표적인 성분이 cordycepin으로 알려져 있다(Cunningham, 1951). 동충하초내의 키닉산(Quinic acid)의 이성체로 알려진 cordycepin은 세포의 유전 정보에 관여로 저하된 면역기능을 활성화하여 정상적인 세포가 암세포로 발전을 예방한다(이지선 등, 2001). 동충하초에서 약 7%를 차지하는 cordycepin산에 함유된 D-mannitol 이라는 물질이 혈액속에 들어가 순환하면서 머리의 내압을 내리고 뇌수종을 경감시키며 이뇨효과가 있으며 면역력 증가로 암을 억제하거나 노화방지에 관여한다고 하였다(Shin, 1999; Park 등, 2000).

Table 4에서 *Paecilomyces japonica* 접종·배양후 20일이 경과하면 전기사료에서는 배양 전보다 약 260%, 후기사료에서는 약 360%가 유의하게 증가하였다 ($P<0.05$). 접종전

**Table 4.** Amount of cordycepin(μg/g) for the starter and finisher of broiler diet on before and after inoculation with *Paecilomycea japonica*

| Starter | | Finisher | | SEM |
|---|---|---|---|---|
| Before inoculation | After inoculation | Before inoculation | After inoculation | |
| 114.0[b] | 300.3[a] | 110.3[b] | 402.8[a] | 23.8 |

[a,b] Means with different superscripts within row differ significantly ($P<0.05$).

육계 전 · 후기 사료는 일반 시판되는 육계용 사료로 cordycepin이 검출될 가능성은 거의 없다고 할 수 있다(강한석 등, 2002). 그러나 본 연구에서 *Paecilomyces japonica* 접종전 사료에 cordycepin이 검출된 것은 분석을 위한 사료 보관 과정에서 공기전파가 일어났을 가능성이 있을 수도 있다. 본 연구에 나타내지는 않았지만 동충하초 농가에서 봄과 여름철에 눈꽃 동충하초를 혼합한 풍건상태의 사료에서 눈꽃동충하초가 피어나는 것을 수차례 접할 수 있었다.

Table 5는 *Paecilomyces japonica* 균주 접종 · 발효사료를 급여한 육계의 사양성적을 나타내었다.

전기사료 급여시 증체량 및 사료효율은 접종사료 5% 대체구(T1)가 다른 처리구에 비하여 통계적으로 차이를 보였지만($P<0.05$), 대조구, 접종사료 10% 대체구(T2) 및 20% 대체구(T3) 간에 증체량, 사료섭취량 및 사료효율의 유의적인 차이는 없었다. 후기사료 급여시(4~5주령)에는 증체량은 접종사료 20% 대체구(T3)가 다른 3구보다 유의하게 낮아졌으며($P<0.05$), 사료효율도 대조구 및 접종사료 10% 대체구(T2)보다도 유의하게 낮았다($P<0.05$). 후기사료 급여시의 사료효율은 전기사료 급여시 가장 높게 평가되었던 접종사료 5% 대체구(T3)가 가장 낮게 평가되어서 전 · 후기 상반된 결과를 나타내었다. 종합적으로 볼 때 증체중 및 사료효율은 접종사료 20% 대체구(T3)에서 가장 낮은 경향이 인정되었다.

**Table 5.** Effects of inoculated diet with *Paecilomyces japonica* on body weight gain, feed intake and feed efficiency of broiler chicks

| Treatments | Initial weight (g) | Final weight (g) | Weight gain (g) | Feed intake (g) | Feed efficiency |
|---|---|---|---|---|---|
| (2~3 wks) | | | | | |
| Control | 181.1 | 820.0 | 638.9$^{b}$ | 996.5 | 0.64$^{b}$ |
| T1 | 185.3 | 886.7 | 701.4$^{a}$ | 984.8 | 0.71$^{a}$ |
| T2 | 170.7 | 826.7 | 656.0$^{b}$ | 1,025.3 | 0.64$^{b}$ |
| T3 | 173.3 | 820.0 | 646.7$^{b}$ | 988.4 | 0.65$^{b}$ |
| SEM | 9.7 | 28.7 | 27.3 | 41.2 | 0.03 |
| (4~5 wks) | | | | | |
| Control | 820.0 | 1,930$^{a}$ | 1,110$^{a}$ | 2,142$^{a}$ | 0.52$^{ab}$ |
| T1 | 886.7 | 1,953$^{a}$ | 1,066$^{a}$ | 2,177$^{a}$ | 0.49$^{b}$ |
| T2 | 826.7 | 1,960$^{a}$ | 1,133$^{a}$ | 2,075$^{ab}$ | 0.55$^{a}$ |
| T3 | 820.0 | 1,770$^{b}$ | 950.0$^{b}$ | 1,944$^{b}$ | 0.49$^{b}$ |
| SEM | 33.2 | 54.9 | 58.7 | 81.7 | 0.03 |
| (2~5 wks) | | | | | |
| Control | 181.1 | 1,930$^{a}$ | 1,748$^{a}$ | 3,138$^{a}$ | 0.56 |
| T1 | 185.3 | 1,953$^{a}$ | 1,768$^{a}$ | 3,162$^{a}$ | 0.56 |
| T2 | 170.7 | 1,960$^{a}$ | 1,789$^{a}$ | 3,100$^{a}$ | 0.58 |
| T3 | 173.3 | 1,770$^{b}$ | 1,596$^{b}$ | 2,933$^{b}$ | 0.54 |
| SEM | 9.7 | 54.9 | 42.6 | 62.8 | 0.05 |

Values are means.

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

본 연구의 결과로 눈꽃동충하초균주(*Paecilomyces japonica*) 접종사료 급여로 인한 육계의 증체량 및 사료효율 개선은 전기사료 급여기에 후기사료 급여기보다 뚜렷하게 나타났다. 이러한 결과는 육계시험에서 미생물 발효사료 첨가급여로 육계 사육 전기 3주간에 증체량 및 사료효율을 개선시키는 경향을 보였지만 후기에는 일관성이 없었다는 류경선과 박홍석(1998)의 보고와 일치하였으나, 고용균과 황영환(1999)이 *Aspergilus oryzae*를 배양하여 첨가한 시험에서 육계전기보다는 육계후기에 첨가의 효과(증체량 및 사료효율)가 나타났다는 보고와 상이한 결과였다. 한편 육계사양에서 효모의 급여수준이 일정 수준 이상일수록 혈과 뇨중에 uric acid 함량이 급증하여 증체량이 저하된다는 Edozine 등(1970), Waslien 등(1970)의 보고와 같이 본 연구결과에서도 *Paeilomyces japonica* 균주 접종사료 20% 대체구(T3)가 5주간의 전 사육기간 가장 낮은 증체량과 사료효율을 나타내었다. 한편 *Paeilomyces japonica*균주 접종 · 배양사료는 배양기간동안 접종사료내 미량영양소가 손실되어 다량(20%)의 접종사료의 급여는 육계의 성장에 필요한 영양소의 불균형을 초래할 가능성도 있다(강한석 등, 2002). 이전에 연구결과에서 효모는 아미노산 및 비타민 조성이 우수하고, 광물질 조성도 우수하여 성장에 필요한 영양소를 공급하고 각종 소화효소를 분비함으로서 영양소 이용효율 증진, 장내 세균총을 안정화시키며 대사성 질병을 예방한다고 보고되었다(김춘수와 이남형, 1974; Mason, 1974; McCullough, 1980; Wu, 1987; 백인기, 1991; 이을연 등, 1995). 동충하초의 주성분으로 알려진 cordycepin이 이행된 사료의 급여는 어린 동물에게 면역성을 증진시켜서(심진영 등, 2000; 이지선 등, 2001), 초기 성장에 중요한 역할을 할 것으로 사료되므로 육계사육 전반기가 후반기보다도 cordycepin 이행사료 급여로 인한 성장 효과가 컸다고 생각된다. 본 연구의 결과 눈꽃동충하초균주(*Paecilomyces japonica*)접종사료 5% 대체는 육계초기 성장에서 증체량 및 사료효율을 개선하였으므로 육계 사육시

**Table 6.** Effects of inoculated diet with *Paecilomyces japonica* on the composition of cordycepin(mg/kg) in the breast and thigh meat of broiler chicks

| Treatments | Breast | Thigh |
|---|---|---|
| Control | 366.85[a] | 310.44[a] |
| T1 | 714.34[b] | 624.75[b] |
| T2 | 605.51[b] | 587.73[b] |
| T3 | 673.27[b] | 665.62[b] |
| SEM | 115.71 | 50.71 |

Values are means, a, b, ; P<0.05.

초기 폐사율 감소에 *Paecilomyces japonica* 균주의 활용도 기대된다.

이외에도 본 연구에서는 눈꽃동충하초 균주의 급여로 cordycepin을 함유한 기능성 계육의 생산에 대한 가능성을 실험하였다. Table 6은 *Paecilomyces japonica* 접종사료를 섭취한 닭의 가슴과 다리육의 cordycepin의 함량을 조사한 결과이다.

눈꽃동충하초 균주(*Paecilomyces japonica*) 접종사료를 섭취한 육계의 가슴 및 다리살중에서 검출된 cordycepin의 함량은 접종사료의 첨가량 다소에 따른 차이는 인정되지 않았지만, 5, 10 및 20% 대체구 공히 무처리구인 대조구에 비해서 2배 정도 높은 양의 cordycepin이 검출되었다(P<0.05). 그러나 무첨가구인 대조구에서 다리살 및 가슴살 공히 300 mg/ kg 정도의 cordycepin이 검출된 원인은 동일한 공간에서 사양시험이 진행되었기 때문에 사양시험기간 중 *Paecilomyces japonica*균이 무첨가구인 대조구 사료에 공기중 전염을 일으킨 결과로 사료되나 추후 구체적인 검증이 필요하다. Shin (1999) 및 심진영 등(2000)은 cordycepin이 동물체내에 흡수되어 면역능력을 높여준다고 하였는데 본 연구에서 결과와 같이 눈꽃동충하초의 급여로 cordycepin의 생산이 가능하다면 육계에서 면역능력에 미치는 이외의 연구가 추후에 필요하다.

결론적으로 본 연구에서 증체량을 개선하고 cordycepin 함유 기능성 계육 생산을 위한 눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*) 접종배양 사료 대체는 5%가 최적 수준으로 판단된다.

## 적 요

본 연구는 눈꽃 동충하초(*Paecilomyces japonica*)의 접종사료 급여가 육계의 증체량, 사료효율 및 닭고기 중에 전이되는 cordycepin의 함량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 실시하였다.

120마리의 초생추를 기초사료만 급여한 대조구, *Paecilomyces japonica* 접종사료 5% 대체한 T1, 접종사료 10% 대체한 T2 및 접종사료 20% 대체한 T3의 4 처리구로 구분하여 2~5주령간(4주 동안) 사양실험을 진행하였다. 눈꽃 동충하초가 접종된 사료 중의 cordycepin의 함량은 미접종 사료보다 유의하게 높았다(P<0.05). 증체량 및 사료효율은 사육 전기에 T1 구에서 현저하게 개선되었지만(P<0.05), 사육 후기에는 T3 처리구에서 가장 낮게 평가되었으며(P<0.05), 사육 전 기간에 증체량 및 사료효율은 T3구가 다른 처리구보다 낮아지는 경향을 보였다. 사양시험 종료 후, 가슴살과 대퇴부살 중에 검출된 코디세핀(Cordycepin)의 함량은 동충하초 처리구에서 대조구보다 통계적으로 높았지만(P<0.05). 동충하초 처리구간에 cordycepin 함량은 차이가 없었다.

본 연구결과로 증체량 및 사료효율은 눈꽃동충하초 접종사료 5% 대체구(T1)에서 개선되는 경향을 보였으며, 가슴살 및 대퇴부살에서 코디세핀(Cordycepin)의 함량은 눈꽃동충하초 접종사료의 급여로 높게 나타났다(P<0.05).

(색인어 : 눈꽃동충하초, 자실체, 증체량, 사료효율, 육계)

## 사 사

본 연구는 경상남도주관 2002년도 농수산분야 생명공학 산업화 연구개발사업에 의해서 진행되었음을 감사드립니다 (연구기간 : 2000. 6. 1~2002. 5. 30).

## 인용문헌

AOAC 1996 Association of Official Analysis Chemists. Arlington VA USA.

Cunningham KG, Hutchinson SA, Manson W, Spring FS 1951 Cordycepin, a metabolic product from cultures of *Cordyceps militaris* (Linn.) Link. Pt. 1. Isolation and characteristics. J Chem Soc 51:2290-2300.

Edozien JC, Udo UU, Joung VR, Scrimshaw NS 1970 Effects of high levels of yeast feeding on uric acid metabolism of young men. Nature London 228:180-185.

Evans HC 1982 Entomogenous fungi in tropical forest eco-

system : an appraisal. Ecological Entomology 7:47-60.

Lee WH, Kwon HY, Park JS, Choi SY, Lee KS 1999 Effect of *Cordyceps militaris* on the Mutagenicity and DNA Fragmentation of *E. coli.* J Toxicol Pub Health 15:363-367.

Lin Y 1999 Pharmacological effect on *Cordyceps sinesis*. The Proceeding of the 1st International Symposium on Cordyceps 35-44.

Mason TR 1974 Feed additive helps earth producers. Dairy -men's digest December 20.

McCullough ME 1980 How to feed for 20,000 pounds of milk. Hoard's dairyman 125:11.

Ohmori T, Tamura K, Fukui K, Kawanishi G, Mitsuyama M, Nomoto K, Miyazaki T 1999 Isolation of galactosaminoglycan moiety (CO-N) from protein-bound polysaccharide of *Cordyceps ophioglosoides* and its effects against murine tumors. Chem Pharm Bull 37:1019-1022.

Park KH, Moon EK, Shin YK, Bae MA, Kim JG, Kim YH 2000 Antitumor activity of *Paecilomyces japonica* is mediated by apoptotic cell death. J Microbiol. Biotechnol 10:16 -24.

SAS/STAT 1996 SAS User Guide, Release 6.12 edition, SAS Inst Inc Cary NC.

Shimizu D 1997 Illustrated vegetable wasps and plant worms in colour. Ie-No-Hikari Association Tokyo.

Shin KH 1999 Immuno-stimulating, Anti-tumor and Anti-fatigue effects of silkworm-dongchunghacho(*Paecilocmyces japonica*). Proceedings of the lst International Symposium on cordyceps. Seoul pp 21.

Steel RGD, Torrie JH 1980 Principles and Procedure of statistics. McGraw Hill NY.

Waslien CI, Calloway DH, Margen S, Costa F 1970 Uric acid levels in men fed algae and yeast as protein sources. J Food Sci 35:294-298.

Wu JF 1987 The microbiologist's function in develping action -specific microorganisms. Alteh technical publications pp. 181-197.

강한석 김군자 손장호 김영붕 이용주 2002 생물자원 (동충하초)을 이용한 축산 Bio 식품개발. 경상남도 생명공학 과제 최종보고서.

고용균 황영환 1999 Aspergillus Oryzae 균주로 배양한 효모 배양물의 급여가 부로일러의 육성성적에 미치는 영향. 한국축산학회지 41(1):15-22.

김영환 2002 세계의 양계 통계. 양계연구 151:20-23.

김춘수 이남형 1974 석유자화 효모의 사료적 가치에 관한 연구(Ⅰ). 한국축산학회지 16(2):125-133.

류경선 박홍석 1998 생균제의 급여가 육계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. 한국가금학회지 25:31-36.

백인기 1991 생균제의 첨가가 가축의 생산성에 미치는 영향. 사료가공 단기과정 pp. 84.

심진영 이연실 임순성 신국현 현진이 김성연 이은방 2000 눈꽃 동충하초의 약물 활성. 생약학회지 31(2):163-167.

이을연 이봉덕 지설하 박홍석 1995 생효모 배양물의 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향 한국가금학회지 22(2): 77-84.

이지선 이임선 정경수 김용해 한영환 이만형 2001 눈꽃 동충하초 균사 배양물의 항암효과에 관한 유세포 분석학적 연구. 생약학회지 45(1):64-70.