

사료 내 지렁이 분말의 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향

손장호·조익환*

Effects of Earthworm Meal Supplementation on the Performance of Broiler Chickens

Son, Jang-Ho* · Jo, Ik-Hwan**

〈 목 차 〉

ABSTRACT	Ⅲ. 결과 및 고찰
I. 서 론	Ⅳ. 적 요
Ⅱ. 재료 및 방법	참고문헌

ABSTRACT

A study was conducted to investigate the effect of supplementing earthworm meal on the growth performance and nutrient digestibility of feed in broiler chicks. A total of 120 broiler chicks at 7 days of age were fed the experimental diets containing 0%(Control), 0.2% and 0.4% of earthworm meal for 6 weeks.

When fed on both starter and finisher diets, the body weight gain and amount of feed intake were significantly higher ($P<0.05$) in the chicks fed 0.4% of earthworm meal than those fed 0% and 0.2% of earthworm meal. There

* 경상북도축산기술연구소

** 대구대학교 생명자원학부

were no significantly differences in feed conversion ratio and mortality among the treatments. When fed on both starter and finisher diets, digestibility of dry matter of feed was not affected by the dietary treatment, but crude fat and crude ash digestibilities of feed were tend to increased in chicks fed earthworm meal. Digestibility of crude protein of feed in chicks fed 0.4% of earthworm meal was significantly($P<0.05$) improved as compared with those in 0.2% or control group.

These results indicated that the dietary supplementations of 0.4% earthworm meal were effective in improve digestibility of crude protein of diet resulted improved broiler performance in broiler chicks.

Key Words : Broiler chicks, earthworm meal, growth performance, nutrient digestibility

I. 서 론

지렁이를 이용하는 지렁이 활용 사업은 단일 사업분야로 인식되어져, 전 세계적으로 지렁이를 활용한 사업들이 속속 나타나고 있다(김, 2001 ; 최, 2001 ; Sherman-Huntoon, 2001). 지렁이가 활용되는 대표적인 기술부분에 원예, 축산, 수산, 의약품 및 화장품 원료 등의 개발을 들 수 있다(김, 2001 ; 김과 이, 2001 ; 최, 2001 ; Sherman-Huntoon, 2001). 특히 가축 폐기물, 음식물 쓰레기, 산업 슬러지, 도시 폐기물 및 잔디 등을 처리하기 위한 환경기술에도 지렁이 처리가 도입되어 우리나라에서도 지렁이를 활용한 환경처리부분에 적지 않은 투자가 이루어지고 있는 실정이다. 또한 현재 우리나라에서 생산되는 지렁이는 대부분이 낚시미끼, 양어장 먹이 및 환경분야에 보급되어 있다(김 등, 2000 ; 김과 이, 2001 ; 최, 2001).

한편 지렁이를 활용한 유기성 폐기물 처리방법은 유기성 폐기물 처리 후 발생될 수 있는 제2차적인 환경오염이 없으며, 부산물에 대한 안정성이 높아 유기성 폐기물 재활용 방법 중 가장 환경친화적인 방법으로 21세기에 비약적인 발전이 기대되는 분야로 판단되어지고 있다(이 1995 ; 조 등, 1996). 더욱이 지렁이의 몸은 그 자체가 단백질·질소의 집합체로 지렁이 몸체는 조단백질 함유량이 60% 이상으로, 탁월한 식성을 자랑하는 지렁이는 하루 0.4g 정도의 먹이를 섭취하고 한 마리의 성체 지렁이가 연간 3,000~5,000마리의 번

식이 가능하다(Guerrero, 1983).

우리나라에서 생산되는 축산유기성 폐기물량은 일일 115,000m³로(환경부, 20000, 지금까지 국민의 먹거리 공급에서 매우 중요한 부분을 차지했던 축산의 발전에 큰장애로 나타나고있는 현실에서 유기성 축산 폐기물을 먹고 자란 지렁이를 가축의 사료로 활용할 수 있다면 환경친화적이며, 고부가의 축산을 구현하는 데에 일조를 할 것으로 기대된다. 따라서 본 연구는 축분을 먹이로 하여 생산된 지렁이를 사료자원으로 하여 생산된 지렁이를 가축 사료로 활용하여 생산성을 검토하고자 육계의 생산에 건조지렁이 분말을 일정량 첨가하여 육계의 생산성을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물, 시험사료, 사양관리 및 시험설계

본 연구에서는 7일령의 육계 Arbor Acre Broiler 무감별추 120수를 3개 처리구에 4반복으로 공시하였다. 기초사료는 옥수수-대두박 위주로 전기(0~3주)는 조단백질 21.0 %, ME 3,200kcal/kg 사료를, 후기(4~7주)는 조단백질 19.0 %, ME 3,270kcal/kg수준의 사료를 급여하였다(Table 1). 시험구는 대조구, 처리구 1 및 2로 구분하여 각각의 처리구 당 30수씩 배치하였다(Table 2).

대조구는 기초사료만을 급여하였고, 처리구 1은 지렁이분말 0.2% 첨가, 처리구 2는 지렁이 분말 0.4%를 첨가·급여하였다. 첨가한 지렁이는 경상북도 축산기술연구소내 지렁이 양식장에서 생산된 성체지렁이로부터 얻어진 것으로 지렁이 생산에 이용된 지렁이 먹이는 경상북도 축산기술연구소에서 생산된 우분, 돈분 및 계분을 6:2:2로 혼합하였다. 단, 우분속에는 한우사 바닥제로 사용된 톱밥이 약 70 % 정도를 차지하고 있다.

본 시험에 사용된 지렁이는 줄무늬 지렁이(*Eisenia foetida*)로 지렁이의 일반 성분 및 아미노산 조성 Table 3에 나타내었다.

공시계의 사양관리는 24시간 점등된 사육장내 평사에 수용하고 사료 및 물은 자유음수시켰으며 기타관리는 경상북도 축산기술연구소 관행법에 준하였다.

Table 1. Ingredient composition of basal diet for starter and finisher of broiler chicks.

Ingredients	Starter	Finisher
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	Starter	Finisher
ME(kcal/g)	3.200	3.200
Crude protein(%)	21.000	19.000
Choline(%)	1.395	1.274
Methionine(%)	0.501	0.390
Met + Cys(%)	0.831	0.699
Lysine(%)	1.179	1.084

¹ Vitamin premix provides the followings(mg) per kg of diet : vitamin A 5,500 IU : vitamin D3 1,100 IU : vitamin E 10 IU : riboflavin 4.4 : vitamin B12 12 : nicotinic acid 44 : menadione 1.1 : biotin 0.11 : thiamin 2.2 : ethoxyquin 125.

² Mineral premix provides the mg per kg of diet : Mn 80mg : Zn 60mg : Fe 40mg : Cu 4.5mg : Co 1.0mg : I 0.5mg : Se 0.15mg.

Table 2. Experimental design on the effect of spent bleaching clay on the performance of broilers.

Item	Treatment		
	Control	0.2	0.4
Commercial concentrate(%) ^a	100.0	99.8	99.6
Erathworm meal(%) ^a	—	0.2	0.4
No. of replication	4.0	4.0	4.0
Bird/replication	10.0	10.0	10.0

^a All values are expressed on as fed basis.

Table 3. Chemical composition and amino acid contents of earthworm.

Item	Earthworm
Chemical composition	
Moisture(%)	72.3
Ether extract(%)	16.0 ^a
Crude Protein(N×6.25%)	62.7 ^a
Crude Ash(%)	14.8 ^a
Amino acid contents(%)	
Aspartic acid	10.74
Threonine	4.40
Serine	3.78
Glutamic acid	15.28
Glycine	6.32
Alanine	8.71
Valine	8.06
Isoleucine	6.70
Leucine	10.70
Tyrosine	3.44
Phenylalanine	5.06
Lysine	6.87
Histidine	2.57
Arginine	5.32
Cystine	0.94
Methionine	1.11

^a All values are expressed on a dry matter basis.

2. 조사항목

1) 기초사료 및 성체지렁이의 일반성분 분석 및 아미노산 조성 조사

기초 사료 및 지렁이 분말의 일반성분은 A.O.A.C법(1996)에 의하여 분석하였으며, 지렁이 체조직내의 아미노산의 함량을 분석하기 위하여, 건조한 각 시료 0.1g 정도를 Glass tube에 정밀히 취하여 6N 염산 25ml씩을 주입하고 감압과 질소충진을 반복한 후 150℃의 가수분해장치(Pico-Tag workstation, Waters 社)에서 1시간 가수분해시켰다. 가수분해한 시료용액은 방냉후 7.5M NaOH용액으로 중화하고, 0.2M Sodium citrate loading buffer(pH 2.2)로써 일정량으로 정량한 후 0.22µm Membrane filter로 여과한 것을 아미노산 정량용 시험액으로 하였으며, Sodium type의 Ionexchange column을 장착한 HPLC를 이용하여 각 시험액의 아미노산함량을 구하였다. 또한 필수아미노산의 Chemical

score는 Sheffner(1967)의 방법에 따라서 산출하였다. 이때의 아미노산 분석을 위한 HPLC의 조건은 Table 4에 나타내었다.

Table 4. Condition of HPLC for amino acids analysis.

Instrument	Water Model 510
Column	Amino acid analysis column(25cm×0.46cm ID)
Injection Volumn	20 μ l
Flow rate	0.4ml/min
Detector	Fluorescence, Water Model 420-AC
Mobile phase	Buffer A : Sodium citrate pH 3.05 Buffer B : Sodium nitrate pH 9.60

2) 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율

6주간의 총 시험기간 동안 주 1회 총 7회(시작시 1회 포함)에 걸쳐서 같은 시간(오전 9시)에 사료섭취량과 증체량을 측정하였으며, 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어서 계산하였다.

3) 대사시험 및 영양소 이용 소화율

대사시험은 전기사료급여 종료(3주)후 및 후기사료급여 종료(7주)후, 대사케이지(50×50×50cm)에 처리구 당 3반복으로 수용한 후 5일간의 예비시험을 거친 후 2일간 전 배설물을 채취하여 영양소 이용율을 구하였다. 이때 채취한 배설물은 분석을 위해서 -20℃의 냉동고에 보관 후 일반분석을 실시하였다. 전 배설물을 채취하는 방식은 대사케이지 밑에 비닐을 펼치는 방식으로 하였으며, 닭의 비듬, 깃털 및 사료찌꺼기 등의 유입을 최소화하였다. 배설물 분석을 위해서 55℃로 설정된 건조기에 48시간 건조과정을 거친 후 기초사료 분석과 동일한 방법(A.O.A.C., 1996)으로 분석하였다.

3. 통계분석

시험 및 분석 등을 통해서 얻어진 성적들은 SAS package(2000)의 GLM procedure로 분산분석을 실시하고, Duncan의 New multiple range test를 이용하여서 유의성 검정을 실시하였다(Steel과 Torrie, 1980).

III. 결과 및 고찰

1. 지렁이 분말첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향

지렁이 분말 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 육계 사료에 대조구와 지렁이 분말을 0.2% 및 0.4% 수준으로 첨가하였을 때 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율을 Table 5에 나타내었다.

Table 5. Effect of feeding Erathowm meal supplementation on body weight gain feed intake and feed/gain in the broiler during 7weeks periods.

Item	Initial weight(g)	Final weight(g)	Weight gain(g)	Feed intake(g)	Feed / Gain	Mortality (%)
(2nd~3rd week)						
Control	177.1	828.7a	651.6b	977.4b	1.50	0.01
0.2	171.2	865.9ab	694.7ab	1,055.9ab	1.52	0.01
0.4	170.7	887.4b	716.7a	1,096.6a	1.53	0.01
SEM	11.2	28.7	22.3	37.9	0.03	0.01
(4th~7th week)						
Control	828.7a	2,211.9a	1,383.2c	3,170.3c	2.29	0.03
0.2	865.9ab	2,332.8ab	1,466.9b	3,367.2b	2.29	0.02
0.4	887.4b	2,506.2b	1,618.8a	3,555.7a	2.20	0.02
SEM	28.7	67.7	31.9	35.3	0.06	0.01
(2nd~7th week)						
Control	177.1	2,211.9	2,063.8c	4,147.7c	2.01	0.04
0.2	171.2	2,332.8	2,191.6b	4,423.1b	2.02	0.03
0.4	170.7	2,506.2	2,365.5a	4,652.3a	1.97	0.03
SEM	11.2	54.9	52.4	62.4	0.04	0.01

Values are means, a, b, c : P<0.05.

육계 전기 2주간(2~3)의 증체량은 지렁이 분말의 첨가에 따라 증가하여서 지렁이 분말 0.4% 첨가구가 무첨가구인 대조구에 비해서 유의하게 증가하였다(P<0.05). 한편 사료섭취량도 증체량과 같은 경향을 나타내어 지렁이 분말 0.4% 첨가구가 무첨가구인 대조구에 비해서 유의하게 증가하였다(P<0.05).

후기 4주간(4~7)의 육계사육기간 중에는 지렁이 분말의 첨가의 영향은 전기 2주간(2~3주)보다 더 뚜렷하게 나타나서 증체량 및 사료섭취량은 지렁이 분말 0.2% 첨가구 및 0.4% 첨가구 공히 무첨가구인 대조구에 비해서 유의하게 증가되었으며(P<0.05), 더욱이

지렁이 분말 0.4% 첨가구가 0.2% 첨가구 보다도 유의하게 높았다($P<0.05$).

6주간의 육계 사양시험 전기간(2~7주)동안의 증체량 및 사료섭취량은 지렁이 분말의 첨가에 따른 증가는 인정되어 0.4% 첨가구가 무첨가구인 대조구에 비해서 사료는 10.8% 더 먹고($P<0.05$), 증체량은 평균 14.6%($P<0.05$) 더 자란 것으로 나타나, 육계 사양시험 전기간(2~7주)동안 사료 요구율은 지렁이 분말 첨가에 따른 유의한 차이는 인정되지 않았다. 더욱이 전 사육기간 중 지렁이 분말첨가에 따른 도태율 차이도 인정되지 않았다.

1970년대 들어서 보고되기 시작한 지렁이의 동물 사료화 연구의 상당수가 가금류를 이용하여 실시되었다(Harwood, 1976 ; Harwood와 Sabine, 1978 ; Mekada 등, 1979 ; Taboga, 1980 ; Yoshida와 Hoshii, 1978). 한편 중국의 지렁이 관련 연구결과에 의하면, 육계사료에 지렁이 분말 7.5%는 어분 8.0% 첨가한 처리구보다 육계의 증체량을 13% 개선한 것으로 보고되어 있다(김, 2001). 이는 지렁이의 몸체는 생물가가 높은 고단백질로 구성 되었기 때문에 사료되나(Sabine, 1988), 전 세계적으로 육계에 대한 사료는 잘 연구되어 육계사료중의 영양소 균형은 잘 이루어져있는 현실에서 생각한다면, 본 연구에서 지렁이 분말 0.4% 첨가구에서 무첨가구인 대조구에 비해서 생산성이 높이 평가된 것은 지렁이 분말 첨가에 의한 영양소 개선의 효과 보다 기호성 증진의 효과가 더 있을 것으로 사료된다. Table 3에서는 지렁이 몸체중 상대적으로 높은 글루타민산을 함유한 것은 이런 사실을 잘 입증하고있다고 할 수 있겠다.

2. 지렁이 분말의 첨가가 육계의 영양소 소화율에 미치는 영향

지렁이 분말의 첨가가 육계의 영양소 소화율에 미치는 영향을 구명하기 위해서 전기사료 급여(3주령) 및 후기사료 급여(7주령)시에 각각 조사된 영양소 소화율을 Table 6에 나타내었다.

육계 전·후기 사료급여 공히 건물, 조지방 및 조회분 소화율은 지렁이 분말 첨가의 유무 및 다소에 따른 유의한 차이는 인정되지 않았다. 그러나 두 사료 급여 공히 조지방 및 조회분의 소화율이 지렁이 분말 첨가에 의해서 소화율이 각각 평균 2~4% 및 3~7% 증가하는 경향이 인정되었다. 조단백질 소화율은 육계 전·후기 사료 급여 공히 지렁이 분말 0.2% 첨가에 의해서 무첨가구인 대조구에 비해서 증가하는 경향이, 지렁이 분말 0.4% 첨가에 의해서는 유의하게 증가하였다($P<0.05$).

Harper와 Rogers(1965) 및 Baker(1974) 등은 동물사료에 아미노산 균형사료의 급여로 단백질의 이용효율을 약 20% 정도 개선시키는 것으로 보고하였다.

본 연구에서 생물가가 높은 지렁이 단백질의 사료 중 첨가는 아미노산의 균형 개선에

관여하여서 사료 중 조단백질 소화율의 개선 효과를 이끌어 낸 것으로 사료되나, 구체적인 증거를 얻기 위해서는 추후 다른 각도에서의 시험이 요구되어진다.

결론적으로 지렁이 분말의 육계 사료화는 지렁이 첨가 사료의 기호성 증진과 더불어서 사료중의 조단백질 소화율을 개선 시켜서 육계의 생산성을 향상시키는 결과가 인정되었다.

Table 6. Efficiency of nutrient utilization in Earthworm meal.

Items	Treatment			SEM
	Control	0.2	0.4	
Starter diet				
Dry matter	72.37	73.44	73.31	1.31
Crude protein	64.34b	67.36ab	72.26a	2.73
Crude fat	86.48	88.46	89.69	2.47
Crude ash	31.44	32.26	34.51	1.70
Finisher diet				
Dry matter	71.06	72.70	72.72	1.52
Crude protein	61.79b	63.47b	69.09a	1.01
Crude fat	80.27	81.14	83.92	1.28
Crude ash	40.32	41.65	42.37	2.00

a, b : P<0.05.

IV. 적 요

본 연구는 지렁이 분말의 첨가가 육계의 성장 및 사료 중 영양소 이용율에 미치는 영향을 조사하기 위해서 실시되었다. 총 120수의 7일령 육계에 지렁이 분말 0%(대조구), 0.2% 및 0.4%를 첨가한 사료를 공시하여 6주간 사양시험을 실시하였다.

육계초기 및 후기사료 급여 공히, 증체중 및 사료섭취량 0.4% 지렁이 분말 처리구가 대조구 및 0.2% 처리구보다 유의하게 증가하였다(P<0.05). 처리구간에 사료요구율과 도태율은 유의한 차이가 인정되지 않았다. 육계 초기 및 후기 사료급여 공히, 처리구간에 사료의 건물소화율의 차이는 인정되지 않았다. 그러나 사료 중 조지방과 조회분 소화율은 지렁이 분말 섭취에 의해서 증가하는 경향이 인정되었다. 지렁이 분말 0.4% 첨가구에서의 사료 중 조단백질 소화율은 지렁이 분말 0%(대조구) 또는 0.2% 첨가구보다 유의하게 개선되었다(P<0.05).

결론적으로 브로일러에 0.4%의 지렁이 분말을 첨가한 사료급여는 사료중의 조단백질 이용율을 유효하게 개선시켜서 성장을 유효하게 개선시키는 것이 인정되었다.

(주요어 : 육계병아리, 지렁이 분말, 성장률, 영양소 이용율)

참고문헌

- 1) 김건상. 2001. 중국에서의 지렁이 산업 현장과 발전현황. 제 3회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보존 국제심포지움(순천대학교). 57~76.
- 2) 김종오·이창호. 2001. 지렁이 퇴비화산업 현황 및 향후과제, 한국유기성폐자원학회, 9(1) : 52~57.
- 3) 김종오·이창호·홍석일·김영권·김종인. 2000. 지렁이를 이용한 음식물쓰레기 처리시 분변토 재활용 방안 연구, 한국유기성폐자원학회, 8(2) : 140~145.
- 4) 이주삼. 1995. Vermicomposting에 의한 우분의 처리-먹이의 탄질율과 사육밀도가 지렁이의 생육과 분립의 생산에 미치는 영향-. 축산시설환경 1(1) : 65~75.
- 5) 조익환·이주삼·전하준. 1996. Vermicomposting에 의한 유기성 폐기물의 처리. 한국유기농업학회지 5(1) : 125~135.
- 6) 최훈근. 2001. 지렁이를 이용한 남은 음식물과 유기성 폐기물처리와 문제점. 제3회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보존 국제심포지움(순천대학교), pp.8~32.
- 7) 환경부. 2001. 환경백서.
- 8) AOAC. 1996. Association of Official Analysis Chemists. Arlington, VA, USA.
- 9) Baker, D. H. 1974. Amino acid balance and imbalance in the chick. Feedstuffs 21~22 Apr. 15.
- 10) Guerrero, R. D. 1983. The culture and use of Perionvx excavalus as a protein resource in the Philippines. In Earthworm Ecology : From Darwin to Vermiculture. pp.309~313. Edited by J.E. Satchell. Chapman and Hall, London.
- 11) Harper, A. E. and Rogers, Q. R. 1965. Amino acid imbalance. Proc. Nutr. Soc. Engl. Scot. 24 : 173.

- 12) Harwood, M. 1976. Recovery of protein from poultry waste by earthworms. In Proceedings of First Australasian Poultry Stockfeed Convention Melbourne. pp.138~143. Australian Poultry Industry Association, Sydney.
- 13) Harwood, M. and Sabine, J.R. 1978. The nutritive value of worm meal. In Proceedings of Second Australasian Poultry Stockfeed Convention Sydney. pp.164~171. Australian Poultry Industry Association, Sydney.
- 14) Mekada, H., Hayshi, N., Yokota, H. and Okumura, J. 1979. Performance of growing and laying chickens fed diets containing earthworms(*Eisenia foetida*). Jpn. Poult. Sci. 16 : 293~297.
- 15) Sabine, J. R. 1988. Earthworms as animal feed. SPB. Academic Publishing. The Hague, The Netherlands.
- 16) SAS. 2000. Statistical Analysis System ver., 6. 12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 17) Scheffner, A. L. 1967. In vitro protein evaluation. In Newer Methods of Nutritional Biochemistry(Ed) Albanese, A. A. p.125.
- 18) Sherman-Huntoon, R. 2001. Mid-to-large scale vermicomposting in the United States. 제3회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보존 국제심포지엄(순천대학교), pp.44~56.
- 19) Steel R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and Procedure of statistics, McGraw Hill, NY.
- 20) Taboga, L. 1980. The nutritional value of earthworms for chickens. Br. Poultry Science 21 : 405~410.
- 21) Yoshida, M. and Hoshii, H. 1978. Nutritional value of earthworms for poultry feed. Jpn. Poult. Sci. 15 : 308~311.