



지렁이, 분변토 및 백강균 첨가에 의한 산란계의 생산성 및 계란의 영양적 조성 향상

이은영[†], 박장우^{*}

수원대학교 환경공학과[†], (주)하이드^{*}

(2006년 5월 16일 접수, 2006년 6월 20일 채택)

Effect of the supplement of the earthworm cast, earthworm and *B. bassiana* on the improvement of both the productivity of hens and nutritional constituents of eggs

Eun-Young Lee[†], Jang-Woo Park^{*}

Dept. of Environmental Eng., The University of Suwon[†], (Corp.) HiDe^{*}

ABSTRACT

Effects of the supplement of earthworm cast produced from the feeding of organic wastes and earthworm on the productivity and nutritional constituents of functional eggs were investigated. Compared with control experiments, the case supplemented with earthworm cast showed high ratios in egg production, selection and the reserved feed. According to the experiment with earthworm, both the number of jumbo eggs and the quantity of reserved feed were increased. Therefore, the nutritional effect of earthworm in the feed was positive. The optimum percentage of earthworm cast in the feed was 10%: the average laying increased to 96.8, which was a 5% increase; the ratio of the large eggs increased by 5% although the ratio of jumbo eggs and of extra large eggs decreased by 5% and 1.1%, respectively; the average reserved feed was 662.5g. Also, *Beauveria bassiana* was inoculated into the feed as valuable microorganisms to prevent the growth of pathogen and to obtain essential amino acid. With the inoculation of *B. bassiana* KACC 40039, the average laying was 0.82/hen and with *B. bassiana* HYB, it was 0.77/hen. Those numbers were three to eight percentage over the control. As for the effect of inoculation of *B. bassiana* in the feed on the production of broken eggs, *B. bassiana* KACC 40039 produced no broken eggs. Analysis of nutritional contents of eggs showed the increase in protein content and decrease in lipid content when compared with the control. According to these results, increase in the income of farmers can be expected.

Keyword: organic waste, earthworm cast, earthworm, *Beauveria*, laying.

[†]Corresponding author (ley@suwon.ac.kr)

초 록

기능성 계란의 생산을 위하여 유기성 폐기물인 분변토와 지렁이를 산란계의 사료에 첨가하여 생산성 및 영양학적 조성에 미치는 영향을 알아보았다. 분변토는 산란수와 선별률, 사료 잔량 등을 비교해 볼 때 대조구보다 효과가 좋은 것으로 나타났다. 또한, 지렁이를 사료로 공급시킨 경우 계란 선별율에서 왕란의 숫자가 증가하는 현상을 보였으며 사료의 잔량도 증가하는 것으로 나타나 영양적으로 효과가 높은 것으로 생각된다. 분변토는 전체사료에 10% 첨가된 실험구가 대조구보다 평균산란수 96.8개로 5% 높게, 계란의 선별율은 왕란이 5%, 특란이 1.1% 저하되었지만, 대란은 5% 상승하였으며, 평균 사료 잔량은 662.5g으로 가장 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 유용미생물로서 *Beauveria bassiana* (백강균)을 집중하여 병원성 균의 증식을 막고 필수아미노산의 공급을 기대하였다. *B. bassiana* KACC 40039를 집중한 실험구는 마리당 평균산란수 0.82개이며 *B. bassiana* HYB를 집중한 실험구는 0.77개로 대조구와 3%~8% 높은 산란율을 나타냈으며, 파란율은 0%를 나타낸 *B. bassiana* KACC 40039가 가장 효과적인 것으로 나타났으며, 성분분석을 통한 계란의 영양적 검토에서도 단백질의 증가와 콜레스테롤의 저하로 대조구보다 우수한 결과가 나왔고, 결과 값에 따라 생산농가에 큰 소득증대의 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

핵심용어 : 유기성 폐기물, 분변토, 지렁이, 산란계, 백강균

1. 서론

최근 단순한 먹거리 차원을 넘어 건강한 삶을 영위하려는 소비자들의 욕구와 함께 건강식품 수요가 증가하고 있는 가운데 유기농 식품과 기능성 식품에 대한 관심이 높아져 관련 제품의 개발 및 상품화가 크게 증가하고 있는 추세이다. 기능성 식품의 소비 증가에 따라 축산물 생산에도 그 영향이 미치고 있으며 그 중 계란은 가장 손쉽게 섭취할 수 있는 고단백질 식품원으로써 선호도도 높은 식품이다. 또한, 소비자들의 기호에 맞추어 항원항체 반응을 응용한 계란의 개발과 특수 영양 성분 첨가 사료를 이용한 기능성 강화 계란 및 사료 첨가제가 연구 개발되어 생산 유통되고 있다^{1,2)}.

지렁이는 농업적으로 이용하거나 산업폐기물 처리용으로 이용되고 있지만 지렁이를 의약품, 식품용으로 이용하는 사례도 많다³⁻⁸⁾. 동의보감, 방약합편, 중국의약총서, 현대중약학 등에서 보면 지렁이는 청혈 작용을 하므로 고혈압이나 저혈압에 모두 효험을 주며, 이 증상에서 일어나는 뇌졸중이나 동맥경화증, 심근경색증 등을 예방할 수 있다⁹⁾. 또한, 지렁이와 분변토는 조류의 소화 흡수를 촉진시

켜주며, 병에 대한 내성을 강화시켜주는 효과가 있다고 보고 되고 있다¹⁰⁾. 이는 조류의 소화기관이 단순하여 토양이나 작은 돌조각등을 모이주머니에 보관하여 소화를 돕는 역할을 특성을 갖고 있는데, cage에서 집단 사육되고 있는 양계는 소화 흡수율이 떨어지고 심한 스트레스를 받아 수명이 매우 짧은 현상을 보인다.

그러나, 지렁이의 배설물인 분변토에 존재하는 유용미생물이 닭의 소화 기관에 도움을 주어 소화 흡수를 촉진시키고, 스트레스를 해소시켜 산란율을 높여주어 수명을 연장시키는 효과를 기대할 수 있다¹¹⁾. 그리고 살충미생물인 백강균(*Beauveria bassiana*)은 병원성 균의 증식을 막고, 미생물에 의한 필수 아미노산 공급 및 풍미개선의 효과와 내병성을 강화시키는 효과를 기대할 수 있다¹²⁻¹⁵⁾.

따라서 본 연구에서는 유기성폐기물을 먹이로 양식한 지렁이와 지렁이 배설물인 분변토, 살충미생물 *B. bassiana*을 일정 비율 집중, 혼합하여 양계의 사료에 첨가하는 사료첨가제로서 지렁이의 영양학적 효과와 분변토의 양계 소화 촉진 작용, *B. bassiana*의 항미생물적 효과를 기대하고 실시하였다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1. 시험동물 및 시험설계

40주령 로만(갈색계) 1차 (816수)와 2차 (200수)를 공시하였으며, 사양시험은 경기도 안성시 서부농장에서 실시하였다. 1차 실험은 14일간 지렁이와 분변토의 급여량에 따른 영양 효과 분석과 기능성 사료로써 사용되기에 효과가 있는지 알아보고자 일정 비율을 사료로 제공하였다.

1차 시험설계는 옥수수-대두박 위주의 대조구 사료에 분변토를 각각 5%, 10%, 15%, 20%를 첨가한 실험구, 지렁이 생체량을 각각 1%, 3%, 5% 씩 첨가하여 각각의 첨가량이 산란계의 산란수와 선별율 및 사료요구량에 미치는 영향을 알아보았다.

2차 시험은 1차 시험을 통해 가장 효율성이 높은 지렁이와 분변토의 비율에 백강균*B. bassiana* KACC 40039과 *B. bassiana* HY1를 첨가해 미생물 첨가에 따른 효과를 알아보기 위해 급이하였다. 앞선 실험에서 가장 우수한 결과를 얻은 분변토 10%와 지렁이 생체량 1% 첨가구에 *B. bassiana* KACC 40039과 *B. bassiana* HY1를 1% 씩 각각 첨가해 산란율, 선별율, 파란율을 비교하였다.

시험 사육장은 1차 1열당 34 cage씩 1 Cage당 산란계 3마리씩 입식하였고, 2차와 3차는 1열당 25Cage씩 1 Cage당 산란계 2마리씩 입식하여 배

치하였다.

2.2 시험사료 및 사양관리

시험사료는 가루형태로 산란율과 체중을 고려하여 일정한 양을 급여하였으며, [Table 1]은 농장에서 급이하고 있는 대조구(기초사료) 사료의 등록 성분량을 표시한 것이다. 물은 지하수를 사용하였으며, 자동 급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다.

2.3 조사항목 및 방법

2.3.1 사료요구율 (Feed conversion ratio)

사료는 매일 지렁이와 분변토의 사료혼합비율에 맞춰 일정량 수동으로 급이하였으며, 사료를 급이한 뒤 24시간 후에 남은 사료를 수거하여 잔량을 체크하였다.

사료요구율은 산란계의 사료 섭취에 따른 산란 효과를 비교하여 사료의 영양적 가치를 검증할 수 있는 방법으로 수당 1일 섭취사료량(g)을 1일 산란중량(g)으로 나누어 아래와 같은 공식으로 계산하여 표시하였다.

$$Feed\ conversion\ ratio = \frac{Feed\ intake\ (g)}{Egg\ production\ (g)} \times 100 \dots \text{식1}$$

[Table1] Ingredient Composition of Basal Diet for Laying Hens

Composition	Content
Co-protein	≥ 17.0%
Co-fat	≥ 3.0%
Co-cellulose	≥ 6.0%
Co-ash	≥ 15.0%
Calcium	≥ 3.50%
Phosphate	≥ 0.50%
Methionine+Cystein+Hydroxy methionine	≥ 0.73%
Other component	
Composition	Content
MEn	2.84 Mcal/kg

2.3.2 산란율 (Egg production ratio) 과 난중 (Egg weight)

산란율은 사양시험 기간 중 매일 집란하여 처리구별로 총 산란수를 사육수로 나누어 백분율로 표시하였으며, 난중은 매일 채집한 계란을 본 실험에서는 선별기준을 왕란(Jumbo 65g이상), 특란(Extra large 60-65g) 대란(Large 55-60g), 중란(Medium 49-54g), 소란(Small 43-48g), 경란(Peewee 42g이하) 으로 계란의 중량에 의해서 자동선별분리 하였다. 그리고 중량에 의한 선별기준이 지정되면 선별된 선별된 왕란, 특란, 대란, 중란, 소란을 각각 총 산란수로 나누어 백분율로 표시하였다.

2.3.3 파란율(Broken egg ratio)

파란율은 실험기간동안 매일 파란된 난과 파손된 난을 수거하여 전체 산란수에서 차지하는 파란율을 백분율로 표시하였다.

2.3.4 난황 지방산 측정

한국식품개발연구원에 Folch 등¹⁶⁾ 또는 Morrison & Smith Method¹⁷⁾ 방법으로 분석을 의뢰하였다.

2.3.5 단백질, 지방, 콜레스테롤 측정

단백질과 지방 분석은 한국식품개발연구원에 AOAC Method방법¹⁸⁾으로 분석 의뢰하였고, 콜레스테롤은 Brunnekreeft 방법¹⁹⁾으로 분석을 의뢰하였다.

2.4 기능성 사료의 제작

유기성폐기물 재활용 부산물인 분변토와 지렁이, 살충미생물인 *B. bassiana*을 이용하여 사료첨가제를 제조하였다. 지렁이 생체의 준비는 다음과 같은 방법에 의거하여 준비하였다. 지렁이는 유기성 폐기물을 먹이로 급이시켜 사육시킨 지렁이를 10%의 알코올로 수회 세척하여 지렁이가 갖고 있는 유해 독소를 제거한 후 blender를 이용하여 균일하게 마쇄한 수 원심분리기(Vision, UNION 55R, Korea)에서 통상 5,000rpm에서 30분 동안

원심분리하여 상등액을 분리하여 버리고 중층액과 pellet을 수거하였다.

분변토는 유기성폐기물을 먹고 자란 지렁이가 배설한 것으로 유해 중금속이 기준치보다 적은 것을 이용하여야하며 30%내외의 수분함량을 갖도록 건조시키며, 2.5mm 타공판이 설치된 분변토 선별기를 이용 불순물을 제거하여 순수 분변토를 선별하였다.

*B. bassiana*은 살충미생물로서 특히 나비목유충에 병원성을 갖는 균주를 분리하여 폐 한약재를 이용한 액체 배지를 이용하여 3일 동안 배양하여 10^8 cfu/ml로 증식시킨 것을 이용하였다²⁰⁾.

준비된 분변토에 지렁이 생체량, *B. bassiana*을 각각 10% 내외로 혼합 반죽하여 압축 성형하였으며, 입자가 5mm내외의 사료를 제조하여 풍건을 시킨 후 실온에서 보관하면서 매일 필요량을 급이하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 지렁이 생체량과 분변토 비율별 급이에 따른 산란수, 선별율, 사료요구량 조사

3.1.1 산란율

1차 실험에서 지렁이 생체량과 분변토의 비율 별 급이에 따른 양계의 산란수, 선별율, 사료잔량에 미치는 영향을 알아보았다. [Table 2]에서 보는 바와 같이 분변토와 지렁이를 사료 첨가제로 공급한 실험구들이 대조구와 비교하여 평균 산란수에서 높은 수치를 나타내었다.

특히 분변토를 공급한 실험구에서는 분변토를 5~10% 첨가한 실험구가 마리당 산란수에서 0.96 ± 0.05 로 대조구(0.91 ± 0.07)보다 지렁이 생체량을 1%~3% 첨가한 실험구에서 5%~3%의 증가를 나타내며 높은 산란율을 기록하였다. 이는 1983년도의 중국 화남 사범대학 생물학과에서 보고된 지렁이 사료화 시험에서 메추리 사료에 지렁이 분말을 5%과 분변토 10%를 첨가하여 90일 동안 시험한 결과 지렁이와 분변토 분말 첨가군이 대

[Table 2] Effect of Earthworm and Earthworm Cast on Hen-day Egg Production(%) in Laying Hens

Treatment		Age (Week)	Egg production(%)						Average
			2	4	6	8	10	12	
Control	Control		91.23	92.21	92.32	91.56	92.35	92.25	91.98
Exp-1	Cast	5%	96.12	96.88	95.78	96.89	97.32	96.38	96.56
Exp-2		10%	96.35	95.65	97.12	97.23	96.68	97.28	96.72
Exp-3		15%	95.16	95.22	95.32	95.78	95.22	95.13	95.31
Exp-4		20%	92.32	92.56	91.21	91.21	92.65	92.22	92.03
Exp-5	Worm	1%	96.25	96.55	97.23	98.23	96.10	96.22	96.76
Exp-6		3%	94.32	94.66	93.10	94.32	95.12	94.68	94.37
Exp-7		5%	91.21	91.06	89.21	91.23	90.22	92.31	90.87

조구에 비해 산란율이 6.4% 증가하였다는 결과²¹⁾와 유사한 결과로서 지렁이의 영양적 특성이 동물체내 소화율 개선 및 영양적 공급에 뛰어나다는 결과라 할 수 있겠다.

그러나 분변토를 20% 공급한 실험구(92.03%)와 지렁이 5%를 공급한 실험구(90.87%)는 대조구(91.98%)와 비슷하거나 조금 낮은 산란율을 보여 이는 지렁이의 생체 과다 공급할 경우 산란계 및 육계에 중독 증상을 일으킬 수 있다는 보고²²⁾에서 언급하듯이 과다 공급이 산란율의 증가를 억제할 수 있다고 생각된다. 또한, 이를 통해 사료 첨가제로써의 지렁이와 분변토의 배합기준을 설정하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

또한, 사육일수 경과에 따른 산란율에 차이를 검토해 본 결과 아래와 같이 산란기간의 경과에 따른 산란력 감소 등의 차이는 없는 것으로 확인되었다.

3.1.2 선별을

계란의 상품 가치에 있어 크기와 중량에 따른 비교는 가장 일반적이다²²⁾. [Table 3]에서 보듯이 분변토만 공급한 경우 대조구와 비교했을 때 왕란과 특란의 비율은 분변토량이 증가함에 따라 6~12% 감소하였으나, 대란의 비율은 4~9% 증가하는 결과를 보였다. 또한, 주목할만한 것은 분변토의 첨가율이 높아질수록 중란, 소란, 경란 등 생산가치가 떨어지는 계란이 발생빈도가 높아지는

것을 알 수 있어서 분변토는 산란계의 영양적 효과면 보다는 공급되는 사료의 소화율을 높여주어 사료의 이용율에 효과가 있는 것으로 사료된다. 반면에 지렁이를 급이한 실험구에서는 지렁이 첨가량이 5%인 경우 왕란과 특란의 생산량이 대조구와 비교하여 최고 8%까지 증가하였으며, 반대로 대란의 생산량은 5% 감소하는 것으로 나타났다. 이는 지렁이의 단백질과 지방이 모체에 영양적으로 충족되어 계란의 형성에 있어서 영향을 미치는 것으로 사료된다.

3.1.3 사료요구량/사료의 잔량

사료의 효율을 분석하는 요인 중에 하나는 공급된 사료의 잔량을 측정하는 것으로²²⁾. 공급된 사료는 산란계의 영양적 요구도에 따라 소비되는 사료의 양이 차이가 난다.

본 시험에서는 마리당 일일 사료 공급량은 일반농가 공급량 일일 약 100g보다 10g정도 증가시킨 120g을 공급하였으며, 그 결과 대조구는 마리당 약 15g정도의 사료를 남기는 것으로 나타났다. 평균적으로 대조구는 15g씩 사료를 남길 때 닭의 사료 요구량은 87.22%로 나타난다. 이와 비교해 분변토를 첨가한 경우 첨가량이 증가함에 따라 사료 잔량이 감소하는 현상이 나타났으며, 지렁이를 공급한 실험구는 사료의 잔량이 대조구보다 증가하는 것으로 나타났다.

[Table 3] Effect of Inoculation of *B. bassiana* in the Feed on the Selection Ratio and Laying

		Selection ratio (%)						
		Jumbo	Extra large	Large	Medium	Small	Peewee	
Control	Control	9.0	72.5	17.5	0.4	0.4	0.2	
Exp-1	Cast	5%	10.0	73.3	14.7	1.4	0.6	0
Exp-2		10%	3.9	71.4	21.4	3.1	0.2	0
Exp-3		15%	6.8	67.6	22.6	2.2	0.2	0.6
Exp-4		20%	2.9	68.8	26.7	0.6	0.5	0.5
Exp-5	Worm	1%	8.7	67.8	21.5	1.8	0.2	0
Exp-6		3%	10.7	71.0	16.0	2.3	0	0
Exp-7		5%	14.8	71.8	11.6	1.8	0	0

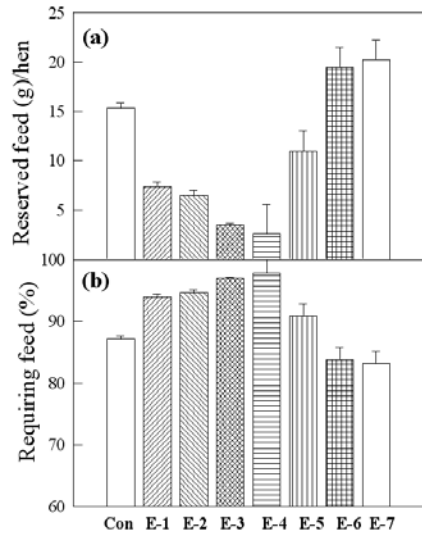
그래프 1에서 보는 바와 같이 실험구-4가 대조구에 비해 9% 차이로 가장 높은 사료요구량을 나타냈으며, 실험구-7은 대조구보다 4% 적은 가장 낮은 사료요구량을 나타내었다. 이러한 결과는 분변토는 사료의 요구도 및 이용률에서 지렁이가 영양적으로 부족하기 때문일 수도 있으나, 산란수에 미치는 영향 등을 종합해 보면 효과적으로 이용되고 있는 것으로 보여진다. 또한 지렁이가 생체량은 지렁이가 가지고 있는 영양성분이 산란계의 영양적 요구도를 충족시키고 있는 것으로 보여지며, 이는 사료의 공급량을 줄일 수 있는 효과를 기대할 수 있을 것이라 사료된다[Fig. 1].

3.2 백강균 *Beauveria bassiana*의 첨가에 따른 산란수, 선별율, 파란율 조사

3.2.1 산란율

1차 실험을 통해 지렁이와 분변토의 단독 급이로 사료 첨가제의 효용성을 본 결과를 바탕으로 비율별 급이에 따른 산란 효과 및 사료요구율을 비교하여 전체사료에 분변토 10%와 지렁이 생체량 1%를 공급한 것을 2차 비교 대상으로 선정하였다.

1차 실험결과를 토대로 2차 실험에서는 위의 혼합비율에 *B. bassiana*을 첨가해 미생물이 산란수에 미치는 효과에 대해 실험한 결과를 [Table 4]에 비교하였다. 실험에 사용된 *B. bassiana*



[Fig. 1] Reserved feed (a) and feed conversion ratio(b) according to the amount of earthworm cast and earthworm.

KACC 40039과 *B. bassiana* HY1는 각각 딱정벌레목에서 추출 분리한 균주와 나비목 유충에서 분리한 균주로 각각의 실험구들은 대조구보다 3%~8% 높은 산란수를 기록하였다.

분변토(10%)와 지렁이(1%)를 혼합하여 첨가한 사료에 *B. bassiana*을 접종하여 난의 증량에 미치는 영향을 [Table 3]에서 대조구와 비교하였다.

[Table4] Effect of Inoculation of *B. bassiana* in the Feed on the Selection Ratio and Laying

		Laying/hen/day	Selection ratio (%)	
			Jumbo egg	Extra large + Large egg
Control	Control	0.74±0.07	41	54+5
A	Cast(10%)+Worm (1%)+ <i>B. bassiana</i> KACC 40039(1%)	0.77±0.08	33.2	56.7+9.5
B	Cast(10%)+Worm (1%)+ <i>B. bassiana</i> HY1(1%)	0.82±0.05	41.9	54.7+3.4

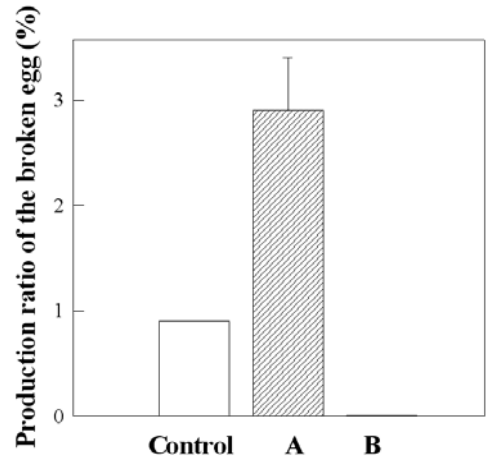
B. bassiana KACC 40039는 왕란 7% 감소, 대란의 4.5%의 증가율을 나타내었다. 반면 *B. bassiana* HY1도 대조구와 비슷한 선별율을 나타내어 왕란과 특란, 대란의 선별변화에 큰 영향은 미치지 않는 것으로 나타났다.

본 연구에서 얻은 결과는 류 등²³⁾이 보고한 산란계 사료 내 생균제를 첨가할 경우 산란율 및 계란의 중량이 증가한다는 결과와 상반되는 결과를 보였으며, 또한 김 등(2005)이 실험한 *Bacillus subtilis*의 첨가가 계란이 생산성에 영향을 주지 않는다는 결과²⁴⁾와는 유사한 결과를 보였다. 이는 계란의 생산성을 평가하기 위해서는 첨가된 생균제의 종류와 특성 그리고 급여수준 등을 종합적으로 검토할 필요가 있으며, 이에 따라 보다 구체적인 연구가 필요하다.

3.2.2 파란율(Broken egg ratio)

*B. bassiana*을 사료에 집중해 급여 시켰을 때 파란율 및 기형 계란 생산에 영향을 알아보았다. [Fig. 2]에서 보는 바와 같이 대조구는 전체산란율에서 0.9%의 파란율을 나타내었지만, *B. bassiana* HY1이 집중된 사료를 먹은 실험구에서는 0%의 파란율을 나타내어 산란율 향상과 항미생물적 작용에 따른 내병성 증가 등의 효과에도 안정적인 것으로 나타났다.

B. bassiana KACC 40039는 산란율이나 중량에서 대조구보다 높은 결과 값을 나타냈지만 파란율이 가장 높게 나타난 실험구로 기능성 사료로 적



[Fig. 2] Effect of the inoculation of *B. bassiana* in the feed on the production of the broken egg.

Control, feed only; A, Cast(10%)+Worm(1%)+*B. bassiana* KACC 40039(1%); B, Cast(10%)+Worm (1%)+*B. bassiana* HY1(1%)

합한지 고려해봐야 할 부분이다.

파란율이 발생하는 조건으로는 닭의 품종에서 유전적인 변이가 발생할 수도 있고, 닭의 일령에 의해서 파란이 발생할 수 있다. 닭이 나이가 들수록 사료의 흡수와 활용능력이 저하되므로 난각의 두께가 얇아지게 되고 파란이 발생하게 된다. 또한 난각의 형성 시간에 닭이 스트레스를 받거나 케이지의 경사가 높아 알반이와의 충격으로 인한 파손란까지 발생할 수 있으므로 주의해야 할 점이다.

3.2.3 난황 지방산 분석 결과

난황 중 지방산 조성에 대한 분석은 식품개발연구원의 식품공전(GC)방법으로 분석하여 [Table 5]와 같이 나타났으며, 대조구와 실험구간에 지방산의 조성을 비교해 본 결과 특징적인 변화는 관찰하지 못했으나, 지방산 중 올레산의 함량이 미량 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 지렁이가 영양적 측면으로 사료에 첨가되었어도 난황의 지방산에는 큰 영향을 미치지 않음을 의미한다.

3.2.4 단백질, 지방, 콜레스테롤 측정 결과

아래 [Table 6]을 보는 바와 같이 영양성분 분

석결과 지렁이 건조 분말을 급이한 손장호(2003)의 결과²⁵⁾와 유사하게 대조구보다 실험구들의 계란이 단백질도 높고 지방과 콜레스테롤이 낮게 분석되었다.

난의 영양성분을 분석해보면 분변토에 지렁이를 급이시킨 경우 대조군에 비하여 단백질 함량은 171% 증가하고, 지방 및 콜레스테롤은 각각 87.4% 및 94.6%로 감소하였다. 또한 *B. bassiana*를 첨가시킨 실험구는 단백질 함량이 137% 증가하고, 지방 및 콜레스테롤은 각각 92% 및 94.4%로 감소하였다. 특히 콜레스테롤의 경우 높은 감소율을 보였다. 이는 매우 긍정적인 결과로

[Table5] Analysis of Fatty Acid of Yolk in Egg

Chemical composition	Fatty acid(common name)	Composition(%)	
		Contol	Cast(10%)+Worm(1%)+ <i>B. bassiana</i> (1%)
C14:0	Myrisitic acid	0.3	0.3
C16:0	Palmitic acid	24.0	24.4
C16:1	Palmitoleic acid	2.9	3.1
C18:0	Stearic acid	7.3	7.4
C18:1	Oleic acid	48.4	49.3
C18:2	Linoleic acid	15.0	13.3
C18:3	Linolenic acid	0.1	0.1
C20:1	Gadoleic acid	0.3	0.3
C20:4	Arachidonic acid	1.3	1.4
C22:6	DHA	0.4	0.4
Total		100	100

[Table6] Analysis of Nutritional Content of Egg

	Contol	Cast(10%)+Worm(1%)+ <i>B. bassiana</i> HY1(1%)	Unit
Calorie	131	130	kcal/100g
Water content	77.2	76.5	g/100g
Protein	7.5	10.3	g/100g
Fat	8.7	8.0	g/100g
Ash content	0.9	0.9	g/100g
Cholesterol	445.5	420.6	mg/100g
Vit. A	901.5	882.3	IU/100g
Vit. E	556.5	528.2	ug/100g

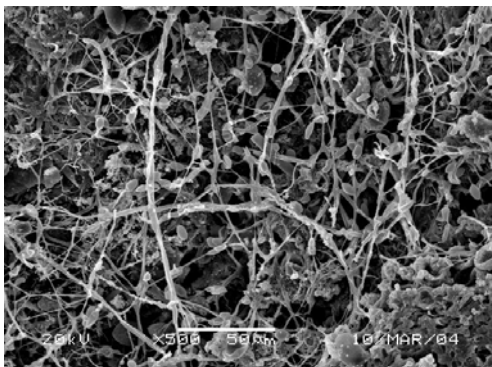
서 계란이 완전식품이라는 긍정적인 면에도 불구하고 계란 섭취로 인한 콜레스테롤의 증가에 대한 우려를 해결해 줄 수 있는 것이다. 따라서 사료에 분변토 및 지렁이 생체량과 미생물을 집중함으로써 열량의 큰 변화 없이 단백질함량의 증가와 지방 및 콜레스테롤의 감소로 보다 경제적이며 시장성 있는 기능성 계란 생산이 가능할 것으로 생각된다.

3.3 기능성 사료의 제작

아래의 [Fig. 3]은 기능성 사료를 제작한 후 주사전자현미경으로 관찰한 모습이다. 분변토와 지렁이 생체량 그리고 사료가 혼합된 것에 미생물이 부착하고 있는 모습을 관찰할 수 있다.

참고문헌

1. 김우영. "양계 경영과 사육" 오성출판사 (2003).
2. 박구부, 김진형, 김진상, 진상근, 신태순, 이정길, 박태선, 정필남 올리브기름, 카놀라기름 및 정어리기름의 급여가 계란의 지방산조성 및 콜레스테롤 함량에 미치는 영향. (한국가금학회지 24(3) : pp. 145~151 (1997).
3. 김인학. "지렁이를 이용한 정화조 슬러지 퇴비화 및 분변토의 탈황효과에 관한 연구" 서울시립대학교 석사학위논문 (1999).
4. 정종문. "지렁이에서 혈전용해능이 있는 효소의 분리과 그 생화학적 특성" 기초과학논문집 (1996).
5. Andrei D. Pokarzhevskii, Dmitrii P. Zaboyev, Gennadii N. Ganin and Stella A. Gordienko. "Amino acids in earthworms: Are earthworms ecosystemivorous?" Soil biology and biochemistry. 29(3-4). pp. 559~567 (1997).
6. 연세대학교 공해문제연구소. "토룡의 약효에 관한 문헌적 고찰" (1987).
7. 국립환경연구원 1999 제 1회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보전 심포지움 December (1999).
8. 최훈근, 류재근. "토양생물 지렁이를 이용한 폐기물활용". 신광출판사 (2001).
9. 장정순. "지렁이를 이용한 의약품개발과 현황". 99 한일협력사업 국제세미나, 한국환경기술진흥원 (1999).
10. Amy Stewart. "지렁이, 소리 없이 땅을 일구는 일꾼". 달팽이출판 (2005).
11. 고재경. "지렁이를 이용한 환경문제의 농업적 해결". 서원출판사 (1992).
12. 정이연, 남성희, 조세연. "백강균(*Beauveria bassiana*) 101A의 특성 및 가잠(*Bombyx mori*)에 대한 병원성 검정". 한국잠사학회지. 42(2). pp. 99~103 (2000).
13. 김형준, 홍옥기, 이창근, 신상철, 박용철. "백강균(*Beauveria bassiana*)에 감염된 잣나무넓적잎벌(*Acantholyda posticalis posticalis*)"



[Fig. 3] Photograph of the scanning electron microscope of the functional feed and the manufactured goods.

- Matsumura*) 토중 유충의 병징". 한국응용곤충학회지. 35(3). pp. 221~227 (1996).
14. 을연, 이봉덕, 지설하, 박홍석. "생효모 배양물의 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향" 한국가금학회지. 22(2). pp. 77~84 (1995).
 15. 류경선 박홍석. "생균제의 급여가 육계의 생산성과 장내미생물의 변화에 미치는 영향" 한국가금학회지 25. pp. 31~37 (1998).
 16. Folch, Lees M, Stanley GA. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. J. Biol. Chem. 226. pp. 497~509 (1957).
 17. Morrison W.R. and Smith S.M. "Preparation of fatty acid methylesters and dimethylacetals from lipid with boron Fluoride methanol". J. Lipid Res. 5. pp. 600~608 (1964).
 18. AOAC. "Association of official analysis chemists". Arlington VA USA. (1996).
 19. Brunnekreeft, J. W., G. J. M. Boerma and B. Leijnse. "Direct determination of total cholesterol by column gas chromatographic analysis without precious derivatisation compared with WHO-CDC reference method". Ann. Clin. Biochem. 20. pp. 360~363 (1983).
 20. 이은영, 조옥상, 박장우. "폐 한약재와 분변토를 이용한 생물비료의 개발". 한국폐기물학회지. 22(4). pp. 332~338 (2005).
 21. 김건상. "중국에서의 지렁이 산업 현장과 발전 현황". 제3회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보존 국제 심포지움. 순천대학교 (2001).
 22. 고재경. "지렁이를 이용한 환경문제의 농업적 해결". 서원출판사 (1992).
 22. 김우영; 양계 경영과 사육, 오성출판사(2003)
 23. 류경선, 박홍석. "생균제의 급여가 육계의 생산성과 장내미생물의 변화에 미치는 영향". 한국가금학회지. 25. pp. 31~37 (1998).
 24. 김해진, 유종상, 권오석, 민병준, 손경승, 조진호, 진영걸, 김인호. "산란계에 *Bacillus subtilis*의 급여가 계란의 품질, 혈액 성분 및 분내 암모니아태 질소 함량에 미치는 영향". 한국가금학회지 32. pp. 9~14 (2005).
 25. 손장호. "지렁이분말의 급여가 산란계의 생산성 및 난황의 지방산 조성에 미치는 영향" 한국가금학회지 30(3). pp. 161~167 (2003).

