



## 저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

碩士學位論文

EM발효 속 급여가 계란의 난중,  
산란율 및 사료효율에 미치는 영향

濟州大學校 大學院

應用生命工學科

崔 勝 宰

2013年 2月

碩士學位論文

EM발효 속 급여가 계란의 난중,  
산란율 및 사료효율에 미치는 영향

濟州大學校 大學院

應用生命工學科

崔 勝 宰

2013年 2月

# EM발효 속 급여가 계란의 난중, 산란율 및 사료효율에 미치는 영향

指導教授 鄭棟基

崔勝宰

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함

2013年 2月

崔勝宰의 理學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 오성중

委 員 류연철

委 員 정흥기



濟州大學校 大學院

2013年 2月

Study on the effect of egg weight, ratio of  
egg laying and feed efficiency using  
EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia*

Seung Jae Choi

(Supervised by professor Dong Kee Jeong)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER  
OF NATURAL SCIENCES

2013. 02.

THIS THESIS HAS BEEN EXAMINED AND APPROVED

DEPARTMENT OF APPLIED BIOTECHNOLOGY  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

## 목 차

ABSTRACT	1
I. 서 론	3
II. 연구사	5
III. 재료 및 방법	
1. EM발효 썩 제조	9
2. 실험동물 및 실험설계	11
3. 사양관리	13
4. 산란율 및 난중	15
5. 사료요구율 및 사료섭취량	15
IV. 결과 및 고찰	
1. 평균산란율	16
2. 평균난중	19
3. 사료섭취량	22
4. 사료요구율	25
V. 요약	28
VI. 참고문헌	30

## ABSTRACT

This study was performed to investigate the effects of adding of fermented mugwort to poultry feed, using effective microorganisms (EM) among several methods for improving the productivity of livestock farming. The present study was focused on the effect of fermented mugwort on total feed intake, feed conversion efficiency and on the productivity of eggs from laying hens, and final aim was to find out the positive possibility of EM-fermented mugwort as feed additives.

In the experiment, mugwort (*Asteraceae lavandulaefolia*) was treated by fermentation using EM to prepare EM-fermented mugwort. A total of 96 Lohmann Brown laying hens of 47 weeks of age, were divided into four treatment groups, 12 birds in each group with two replicates, in complete random design and fed for five weeks. Treatment groups were designated as T1, T2 and T3, which were received EM-fermented mugwort at the rate of 0.3%, 0.6% and 0.9% of feed, respectively. The fourth group was as control and maintained only on general feed for 5 weeks. The experimental results showed that the ratio of egg laying was gradually increased in treatment groups, but the control group showed stable and high ratio of egg laying from third week compared to treatment groups. Among treatment groups, T1 showed the highest ratio of egg laying in the fifth week. The egg weight greatly varied in the control group but stable in treatment groups. The feed intake and feed conversion was non-significantly higher in treatment groups compared to the control group.

The present study did not show specific improvement effect of EM-fermented mugwort feed on productivity. However, T1 (0.3% supply) showed the highest ratio of egg laying at 5th week and confirmed the gradual increase in the ratio of egg laying. The average egg weight was

stable in the treatment groups compared to the control group, suggesting that the EM-fermented mugwort has a positive effect on the egg weight change. The feed intake was higher in treatment groups, this might be attributed due to the low nutritious value of mugwort among ferments compared to feed. The present study suggested that a comparative study is needed in which the supply of liquid EM-fermented mugwort is used instead of the addition to the feed to obtain more useful information on the effects of EM-fermented mugwort on the feed intake and feed efficiency in poultry.

# I. 서론

지금의 축산 농가들은 대량생산시스템이 발달하여 점점 대형화되고 기업화되면서 생산비절감을 통해 저렴한 축산물을 유통시키는 것이 가능하게 되어 영세한 소형 축산농가들은 점점 더 위축되어가고 있는 실정이다. 이에 맞추어 축산 농가들은 농산물 생산방식에 있어 다양한 변화가 불가피하게 되었으며 이는 대형 축산농가와 소형축산농가 구별 할 것 없이 모두에게 중요한 과제가 되었다. 최근 들어 축산물 소비시장은 매우 대형화되고 다양화가 되었으며 식품의 양질에 있어 높은 수준을 요구하는 분위기가 형성되어있다. 이는 예전에 비하여 경제수준이 높아지고 삶의 질을 높이려는 노력과 함께 식품을 단순한 먹거리수준이 아닌 건강증진의 수단으로 이용하려는 소비문화에 원인이 있다 하겠다. 이러한 요인들로 축산 농가들은 좀 더 안전하고 건강한, 그리고 경쟁력이 있는 생산물을 생산하고자 많은 노력을 기울이고 있다.

제주도의 경우에도 이러한 노력이 수안되고 있다. 제주도내 산란계의 계란 생산량은 1일 약 64만개 정도가 되며 이는 도내소비량을 20~30%를 넘는 수준으로 타지역으로 판매를 하기위해 고비용의 운송료를 부담해야 하며 도내 계란단가의 하락요인이 되고 있고 이는 농가들의 부담으로 고스란히 돌아가게 된다. 이에 농가들은 환경친화형 사육방식을 도입하여 무항생제 계란을 생산하거나 기능성 물질을 급여한 특수란을 생산하는 등 생산비절감과 고부가가치 생산물을 만들어 경쟁력을 갖추기 위해 노력하고 있다.

이러한 노력의 일환으로 Effective Microorganisms(EM)을 이용하여 발효사료나 음수투여를 실시하여 가축의 면역증강을 높여 항생제 사용을 줄이거나 무항생제 사육을 하는 등 생산비 절감과 더불어 무항생제 축산생산물을 생산하여 제품의 가치를 높이는 노력을 하고 있다. 그밖에 주변에서 쉽게 구할 수 있는 썩을 이용하여 썩이 가지고 있는 높은 생리활성물질과 약리적인 장점을 이용하려는 연

구들이 활발히 진행되고 있다. 한 농가의 사례를 들자면 제주도 제주시 구좌읍에 위치한 ‘원일 EM 양계농장(산란계, 육계)’의 경우 EM미생물을 이용하여 농장을 운영한지 13년이 된 농가이다. EM미생물을 이용하여 발효사료 급여, 음수 투여, 계사 및 농장주변 분무살포 등으로 EM미생물을 활용하고 있으며 발효사료의 경우 어분을 첨가하여 발효시켜 급여하기도 한다. 이에 대한 효과로 산란율 향상, 무항생제 사육, 폐사율 감소, 계사 내부 암모니아가스 발생 저감 그리고 정상 산란일수 증가 등의 효과를 가져왔고 육계사육에서는 폐사율 감소, 육성을 및 평균체중 증가, 사료섭취량 및 사료요구율이 감소하는 효과를 보고 있어 해당농가는 산란계 및 육계사육 분야의 EM미생물의 활용에 우수한 사례가 되고 있다. 이밖에도 산란계분야의 여러농가들은 감귤부산물, 한약부산물, 어패류 부산물 등을 이용하여 다양한 방법으로 생산성 증진에 힘쓰고 있다.

따라서 본 연구는 축산 농가들의 생산성 증대를 목적으로 하는 여러 방법들 중 EM미생물을 이용하여 축을 발효시킨 다음, 이를 사료에 혼합 및 급여하여 산란계 계란의 생산성에 미치는 영향을 알아보고 EM발효 축이 사료첨가제로서 긍정적인 가능성을 줄 수 있는지 규명하고자 본 연구를 수행하였다.

## II. 연구사

### 1. Effective Microorganisms(EM)의 축산활용

최근에 Effective Microorganisms(EM)을 이용한 친환경 사육방식에 관심이 고조되고 있다. EM은 일본의 류큐대학(가고시마 연합대학교)의 히가테루오 교수가 발명한 것으로 효모, 유산균, 누룩균, 광합성 세균, 방선균 등 80여 종의 미생물을 함유하고 있어 각 미생물들의 상승작용으로 악취 제거, 수질 정화, 금속과 식품의 산화방지, 음식물 발효, 유기농법, 가축사료 발효 등으로 많은 분야에 이용이 되고 있다(Higa T 1995, 1998). 제주도 서귀포에 위치하고 있는 EM센터에서는 EM활성액을 이용하여 유기농법교육, 환경정화활동, 축산환경개선 및 발효사료를 이용한 환경친화형 사육방식을 전파하고 있어 제주도내 축산 농가들도 접근이 용이한 편이며 EM을 축산사양기술에 도입한 선례들도 많이 보고되고 있다. 아직 축산환경개선분야로 편중된 경향이 많으나 발효사료급여 등으로 사료 효율개선 및 면역력 증강으로 생산비 감축을 도모하고 이에 따라 생산되는 무항생제 분뇨자원은 친환경유기농업 종사자들의 수요에 힘입어 농가부수입원으로 좋은 결과를 주고 있다. Hale 등(1979)과 Pollmann 등(1980)에 의하면 돼지의 전 사육기간동안 생균제를 급여한 결과 증체량, 사료섭취량, 사료효율 모든 면에서 대조구에 비해 우수한 효과를 보았다고 보고하였다. Tortuero 등(1995)은 사료에 건조된 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*( $2.3 \times 10^8$  cfu/g)와 농축된 *Bacillus cereus*( $10^9$  cfu/g) 및 *Streptococcus faecium*( $1.5 \times 10^9$  cfu/g)가 혼합된 생균제의 급여는 산란계의 산란율, 사료 효율, 난중 및 난백의 품질을 개선시켰다는 결과를 보고하였다. Mohan 등(1995, 1996)도 사료 내 *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium vifidum*, *Aspergillus oryzae*와 *Torulopsis*로 제조된 복합 생균제를 100 mg/kg과 150 mg/kg 수준으로 급여하면 질병이나 스트레스가 영향을 미치지 않는 통상적인 조건에서 산란율 증가 및 난각질 개선 효과가 나타났다고 하였다. 이러한 연구보

고들처럼 생균제를 이용한 발효사료 급여가 산란계 계란의 생산성 증진에 효과적이라고 보고하였다.

## 2. 쑥의 효능 및 이용

참쑥(*Asteraceae lavandulaefolia*)은 쌍떡잎식물 초롱꽃목 국화과(*Compositae*)의 여러해살이풀로 우리나라뿐만 아니라 극한지역이 아닌 곳에서는 흔히 볼 수 있는 식물로 우리나라에서는 인진쑥과 약쑥으로 불리는 참쑥(애엽)이 많이 이용된다. 쑥은 오래전부터 한방에서 코피, 자궁출혈 등의 지혈약으로 쓰이고 소화, 하복부 진통, 구충, 악취제거 등에 효과가 있다고 알려져 있다(진 1984, 허 1978). 무기질과 비타민의 함량이 많은 것이 특색이며 특히 비타민 A가 7,940 IU로 많고 비타민 C함량도 높다. Kimura 등(1985)과 Fujita(1988)에 의하면 인진쑥(*Artemisia capillaris*)은 간 기능 개선 효과가 우수하여 예로부터 많이 이용되고 있으며, 항산화 효과 등 생리 활성 효과도 보고되고 있다. 쑥의 독특한 향기는 cineol, thujone, sabinene이라는 정유(식물의 향기성분) 때문이며 이른 봄부터 5월까지 채취한 것을 약재로 주로 이용한다. 본초강목에서는 ‘쑥은 속을 덥게 하여 냉증을 쫓으며 습을 덜어주고 기혈을 다스리고 자궁을 따뜻하게 하며 모든 출혈을 멎게 하여 부인병, 토혈, 하혈, 감기, 열, 오한에 효과가 매우 크며 복통과 구토와 설사를 하는 곽란을 다스리고 태아를 편안하게 한다.’라고 하였다. Kim 등(2008)에 의하면 인진쑥의 첨가가 비육기 암탉지의 도체 및 육질 특성에 미치는 영향에 대한 연구에서 증체량 및 단백질 함량이 높게 나타난다고 보고하였고, Choi 등(2007)의 발효강화쑥의 간장해 보호효과 연구에서는 강화쑥 주정추출물 및 이 추출물의 발효물질은 간장해 보호효과가 있는 것으로 보고되었다.

이처럼 쑥의 약리적 이용가치가 높게 평가되고 있는 것에 대하여 사람의 건강 기능 향상 목적의 연구는 많이 이뤄지고 있으며 그밖에 축산분야에도 조금씩 연구가 이뤄지고 있으나 EM미생물을 이용한 발효 쑥의 산란계이용에 대한 연구는 거의 보고된 바 없어 이를 이용하여 연구할 가치가 높다고 판단된다.

### 3. 산란율(Ratio of egg laying)

산란율은 입식된 암탉이 일정한 기간 동안 낳은 계란 개수의 비율이며 이는 hen-day egg production(HD 산란율)과 hen-housed average egg production(HH 산란율)로 나뉜다. HD 산란율은 닭의 폐사된 수수를 고려하여 산란율을 계산하는 방법이고, HH 산란율은 폐사된 수수를 감안하지 않은 산란율이다. 산란율은 산란계의 생산성과 비례하며 생산성 확인에 있어 중요한 요소이다. 그렇기 때문에 산란율 증대를 위한 여러 가지 방법들이 시도되고 있으며, 그 중 각종 미생물제제 및 각종 부산물의 사료첨가가 산란율 증대에 영향을 주는 지에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. Conway 등(1989)에 의하면 생균제의 급여가 면역체계를 자극하여 산란계의 생산성 증대에 도움을 준다고 보고하였고, 류 등(1999)은 산란계 사료에 생균제를 첨가할 경우 유의적으로 산란율이 증가한다고 보고하였다. Tortuero와 Fernandez(1995)은 산란계에 생균제를 급여 시에 산란율과 난중이 유의하게 개선되었다고 보고하였고, Nahashon 등(1994)도 산란율과 난중이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 이밖에 부산물 급여에 대한 산란율 개선에 대한 보고로 Kim 등(2006)은 산란계에 인진쑥 부산물 첨가 급여시 산란율이 대조구에 비해 개선되는 경향을 나타냈다고 보고하였고, 류 등(1997)은 재래닭 사료 내 당귀부산물을 첨가 급여하였을 때 산란율이 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. 이 외에도 산란율 증대를 위한 여러 가지 방법들에 대해 연구되며 시도되고 있다.

### 4. 난중(Egg weight)

난중은 계란 각각의 무게로 나타내고, 계란등급을 나타내는 중요한 지표이기도 하다. 난중은 무거울수록 좋을 수 있지만 산란율과 사료섭취량 등과 밀접한 관계가 있어 전체적인 균형이 중요하다. 난중이 지나치게 높게 유지될 경우 난각질이 얇아지고 과란율이 상승하여 그만큼 생산성은 떨어지게 된다. 정상적인 사료섭취량 유도과 급작스런 환경변이를 최소화하고 생균제 등의 급여로 난중은 개선시킬 수 있다. 이에 대한 보고로 Tortuero와 Fernandez(1995), Nahashon

등(1994)은 산란계에 생균제를 급여시에 산란율과 난중이 유의하게 개선되었다고 보고하였다.

## 5. 사료 효율(Feed efficiency)

사료효율은 가축사료의 영양평가법의 하나이며 실험동물의 영양시험인 경우에도 이용된다. 사료효율은 계란 생산량(g)/사료섭취량(g)으로 구할 수 있으며 사료효율의 역수가 사료요구율이 된다. 본 연구에서는 사료효율을 알아보기 위하여 사료요구율을 확인하였으며 사료요구율 = 사료섭취량(g) / 계란 생산량(g)으로 계산하였다. 사료요구율은 계란 생산에 있어 사료가 어떻게 효율적으로 이용됐는지를 알 수 있도록 해주기 때문에 개선을 위한 많은 연구와 노력이 진행되고 있다. Newbold 등(1990)은 ‘생균제는 장내에서 유익균이 유해균을 경쟁적으로 배제함으로써 영양소 흡수에 대한 최적의 상태를 유지하도록 한다’고 보고하였다. 생균제의 급여는 가금의 장내에서 *E. coli* 억제(Baba 등, 1991), *Salmonella* 증식 조절(Dunham 등, 1993), 성장 촉진, 장내 유익균의 수를 증가시킨다고 하였다(Fuller, 1989; 류 등, 1998). Ringrose (1949), Brake (1991)에 의하면 산란계에 대한 효모 및 효모배양물 급여시험에서 산란율과 사료효율이 개선되었다고 보고하였고, Tonkinson 등(1965)은 효모배양물 급여시 소화율이 향상된다고 보고하였다. 류 등(1999)은 *Bacillus subtilis*가 산란계에서 유익균을 증대시키고 산란율과 사료 요구율 등에 효과가 있다고 보고하였으며, Lim(1992)은 효모 배양물 급여시 사료 효율을 개선시킨다고 보고하였다.

### Ⅲ. 재료 및 방법

#### 1. EM발효 쑥 제조

시료는 3~5월에 참쑥(애엽)을 채취하고 건조 및 분쇄하여 준비하였고 EM원액, 당밀, 쑥, 쌀뜨물, 산란기사료를 순서대로 1:3:24:30:70의 비율로 잘 혼합하여 밀봉하였다. 이때 사료의 혼합은 발효과정을 돕기 위한 재료로 혼합하였으며 발효 시에는 빛이 없는 조건에서 30~35℃에서 2주간 혐기발효를 시킨 후에 15~20℃에서 5주간의 숙성과정을 거쳤다(Figure 1, Figure 2).

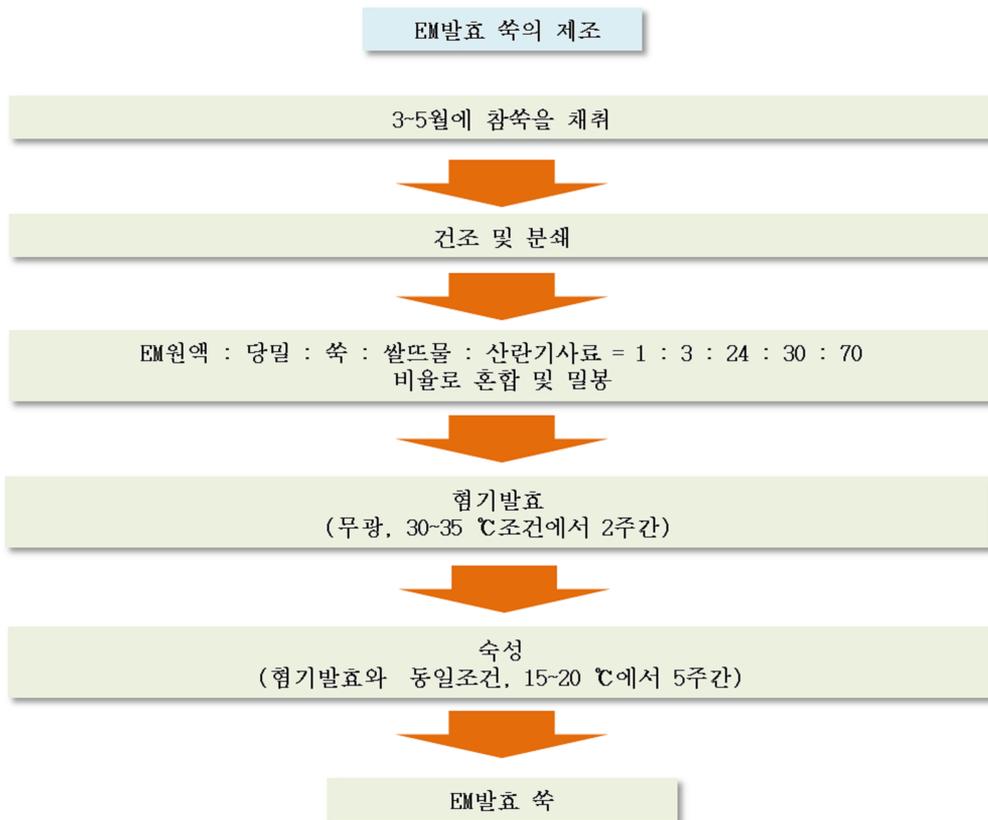


Figure 1. Production process of EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia*.

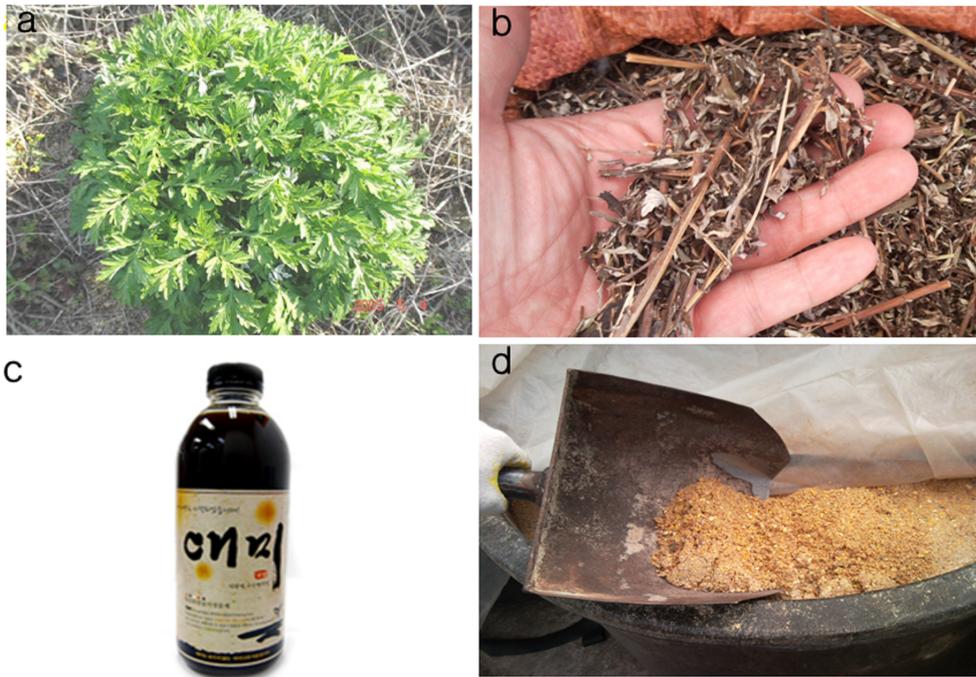


Figure 2. a: *Asteraceae lavandulaefolia*.

b: Dried *Asteraceae lavandulaefolia*.

c: Effective Microorganisms(EM).

d: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia*.

## 2. 실험동물 및 실험설계

본 실험은 주식회사 조인(부화장)에서 부화한 Lohmann Brown 산란계병아리 108수를 입식하여 사육한 동일계군에서 47주령 시기에 체중 2.0~2.3kg의 닭을 임의로 선발하여 실험계사로 옮겨 사양실험을 시작하였다. 기본산란사육시설에서 실험계사로 이동으로 인한 스트레스성 기형란 및 파란발생, 체중감소 등을 위하여 10주간 환경적응 기간을 두며 이 시기에 무산란닭이나 산란률 저조, 상습적 파란생산 닭을 계군에서 제외하였다. 최종적으로 총 96수를 4처리군으로 나누어 2반복, 반복당 12수씩 완전 임의배치하여 5주 동안 급여하였다. 각 처리군은 1) EM발효축 0.3% (T1), 2) EM발효축 0.6% (T2), 3) EM발효축 0.9% (T3), 4) 일반산란계사료(대조군 C)를 일반사료에 골고루 혼합하여 공급하였다. 대조구의 EM발효축의 첨가비율은 일반적으로 농가들이 실무에서 미생물제제나 부산물 첨가시에 적용하는 0.1%~1%를 기준으로 두고 그 중 EM발효축의 효과적인 첨가비율을 찾기 위해 3처리군으로 나누어 설정하였다(Table 1).

Table 1. Ratio of Effective Microorganisms(EM) fermented feed.

Treatments		Mixing ratio (%)
C	No additive	
T1	EM fermented <i>Asteraceae lavandulaefolia</i>	0.3
T2	EM fermented <i>Asteraceae lavandulaefolia</i>	0.6
T3	EM fermented <i>Asteraceae lavandulaefolia</i>	0.9

### 3. 사양관리

산란계 사료는 일반 산란계사육농가들의 급여상황과 47주령 실험계군에 따라 시판되는 'S'사의 산란후기사료를 급여하였다(Table 2). 사료급여는 자유 급이 하였으며, 음수급여는 실험기간동안 니뿔을 통한 자유 음수를 실시하였고 케이지는 3단 계단형 케이지에서 각 케이지당 1수씩 사육하여 실험을 진행하였다. 수당 급이 면적과 반복당 급수기 숫자는 동일하도록 하였고 사육실의 온도는  $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 로 하였으며 점등시간은 17시간으로 고정하였다.

Table 2. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	%
Crude protein	14.0
Crude fat	2.0
Crude fiber	7.0
Crude ash	15.5
Calcium	3.75
Phosphorus	1.40
Methionine + Cysteine + DL-Methionine 50%	0.50
Using raw materials	
Corn	
Corn gluten meal	
Soybean meal	
Soybean oil	
Animal Proteins	
Salt	
Limestone	
Tricalcium phosphate	
Choline chloride	
Lysine	
Methionine	
Vitamin-mineral premix	
Antioxidant	

#### 4. 산란율 및 난중

계란은 매일 15:00시에 채란하여 난중 및 산란수를 조사하였고, 산란수를 사육 수수로 나누어 백분율로 표시하였으며 난중은 매일 채집한 계란을 시험 군별로 합산하여 계산하고 평균을 내어 각 주별로 표시하였다.

$$\text{산란율 (Ratio of egg laying)} = \frac{\text{총산란수}}{\text{사육 수수}} \times 100$$

$$\text{난중 (Egg weight)} = \frac{\text{시험군내 총난중}}{\text{수집계란 수수}}$$

#### 5. 사료요구율 및 사료섭취량

사료를 준 후 남은 양을 24시간 후에 사료 잔량을 체크하여 각 처리군의 1일 사료섭취량을 확인하였고 주간별로 표시하였다. 수당 1일 사료 섭취량(g)을 1일 산란 중량(g)으로 나누어 아래와 같은 공식으로 계산하였다.

산란량은 실험기간(35일) × 산란율(%) × 평균계란중량(g) / 실험기간(35일)으로 계산하였다.

$$\text{사료요구율 (Feed conversion)} = \frac{\text{사료섭취량(Feed intake, g)}}{\text{계란 산란량 (Egg production, g)}}$$

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 평균산란율

EM발효 썩의 사료첨가 급여가 산란율에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 3과 Figure 3과 같이 나타났다. EM발효 썩 사료 0.3%를 5주 동안 투여시킨 T1처리군은 산란율이 3주째까지 떨어지는 경향을 보였으나 4주째부터 상승하여 5주째 각 처리군 중에서 가장 높은 98.2%를 보였다. EM발효 썩 사료 0.6%를 투여한 T2처리군은 2주째까지 상승하다가 점점 떨어져 5주째는 가장 낮은 91.1%를 보였다. EM발효 썩 사료 0.9%를 투여한 T3은 높은 수준은 아니지만 점차 산란율이 상승하여 4~5주째 때 안정적으로 나타나 94.0%를 보였다. EM발효 썩 사료를 급여시킨 처리군 들에 비하여 오히려 일반사료를 급여한 대조군이 안정적으로 산란율이 상승하면서 중반기부터 97%의 산란율을 유지했다.

Goodling(1987)은 유산균 발효물의 산란계 급여 시 산란율이 개선되지 않았다고 보고하였고, 나 등(2003)은 산란계 사료내 복합생균제를 급여하였을 경우 복합생균제 처리구가 대조구와 비교하여 평균 산란율에서 다소 높은 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았음을 보고하여 본 연구와 비슷한 연구결과를 보였다. 하지만 Tortuero와 Fernandez(1995)은 산란계에 생균제를 급여 시에 산란율과 난중이 유의하게 개선되었다고 보고하였고, Nahashon 등(1994)도 산란율과 난중이 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 그리고 Kim 등(2006)은 산란계에 인진썩 부산물 첨가 급여시 산란율이 대조구에 비해 개선되는 경향을 나타냈다고 보고하였다. 본 연구는 위와 같은 보고들과는 상반되는 결과를 보였다.

다른 연구보고와 같이 대조구에 비해 산란율이 개선되지는 않았지만 T1과 T3는 점차적으로 산란율이 올라가는 것으로 보아 향후 연구에는 실험기간을 확장하여 확인해볼 필요가 있고 T2의 점진적인 산란율 저하는 실험기간 동안 사육환경의 문제가 있었던 것으로 사료된다. T1의 경우 98.2%로 가장 높은 산란율을 보이는 것으로 보아 0.3%의 EM발효 썩의 첨가가 산란율 개선에 가능성이 있을 것으로

사료된다.

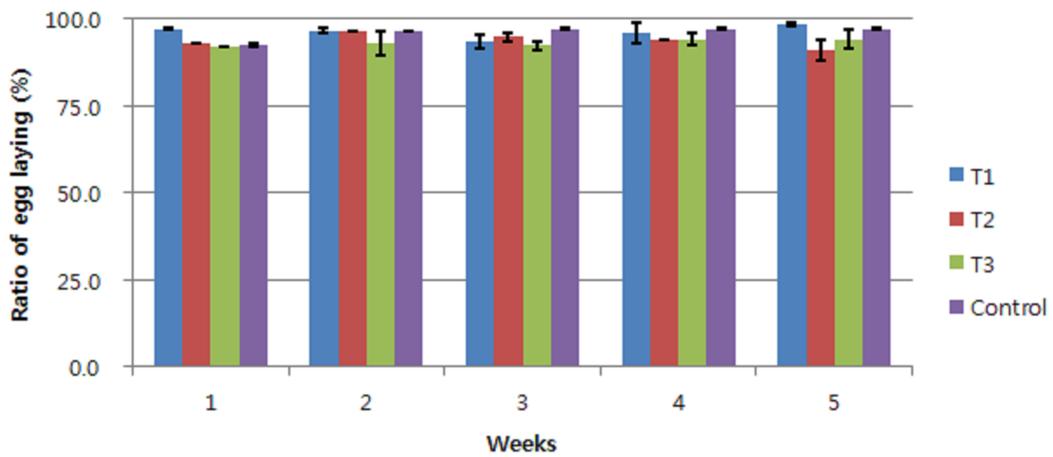


Figure 3. Effect of EM fermented feed on ratio of egg laying.

T1: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.3%

T2: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.6%

T3: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.9%

Control: No additive

Table 3. Effect of EM fermented feed on ratio of egg laying.

	T1	T2	T3	Control
1 Week	97.0±0.4	92.9±0.0	91.7±0.0	92.3±0.4
2 Week	96.4±0.8	96.4±0.0	92.9±3.4	96.4±0.0
3 Week	93.5±2.1	94.6±1.3	92.3±1.3	97.0±0.4
4 Week	95.8±2.9	94.0±0.0	94.0±1.7	97.0±0.4
5 Week	98.2±0.4	91.1±2.9	94.0±2.5	97.0±0.4

## 2. 평균난중

EM발효 축의 사료첨가 급여가 난중에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 4와 Figure 4와 같이 나타났다. 각 처리군들의 5주째 평균난중은 T1의 경우 63.8(g), T2는 62.5(g), T3은 64.5(g), 대조구는 63.5(g)을 기록하였다. 각 처리구들의 경우는 1주째 평균난중보다 근소한 차이를 보이다가 최종적으로 낮아진 평균난중을 보였다. 대조군의 경우에는 각 주마다 비교적 큰 차이를 보이는 평균난중을 기록하였고, 3주째의 경우 66.2(g)으로 급격한 난중 차이를 기록하였는데 이에 대한 추가적인 사양실험이 필요할 것으로 사료된다. 실험 마지막 주인 5주째 데이터에서 T1과 T3이 대조구보다 높은 63.8(g)과 64.5(g)으로 확인되었지만 전체적인 결과로 보았을 때 EM발효 축의 사료첨가 급여가 난중에 미치는 영향은 확인하기 어려웠다.

Haddadin 등(1996), Chen과 Chen(2003)에 의하면 생균제의 산란계사료 내 첨가 시 난중에 영향을 미치지 않았다고 보고하여 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 하지만 산란율의 결과에서와 같이 Tortuero와 Fernandez(1995), Nahashon 등(1994)은 산란계에 생균제를 급여 시에 산란율과 난중이 유의하게 개선되었다고 보고하여 본 연구와는 상반되는 결과를 보였다.

본 연구결과에 의하면 EM발효 축의 급여에 따른 유의적인 결과는 없었지만 처리군 모두 완만한 난중의 변화만 있는데 반하여 대조구는 매 주마다 불규칙적이고 큰 변화양상을 보였다. 각 처리구에 따른 각 주의 평균난중 간 차이가 1g을 넘지 않았지만 대조군은 작게는 0.6g에서 크게는 4.5g까지 차이가 나는 양상을 확인하였다. 이를 통해 보았을 때 EM발효 축의 급여가 평균난중의 변화를 안정적으로 유지해주는 것에 영향을 주는 것으로 사료된다. 난중은 증가할 경우 산란수가 감소하고 난각이 얇아져 파란율이 상승할 수 있기 때문에 난중의 증가가 생산성의 증가라고 하기는 어렵다. 백(1991)에 의하면 산란율이 증가하면 그와 비례하여 난중은 감소한다고 보고한 바 있다. 본 실험결과 난중의 무게가 안정적으로 유지되고 있는 것으로 보아 생산성에 있어 긍정적인 효과라고 사료된다.

Table 4. Effect of EM fermented feed on egg weight.

	T1	T2	T3	Control
1 Week	64.6±0.5	63.4±1.0	65.7±1.9	63.5±0.0
2 Week	63.8±0.7	63.4±0.4	64.7±0.8	62.9±0.2
3 Week	64.0±0.7	63.2±0.3	64.6±0.5	61.7±0.1
4 Week	64.2±0.7	62.8±0.1	64.4±0.3	66.2±0.1
5 Week	63.8±0.5	62.5±0.0	64.5±0.7	63.5±0.5

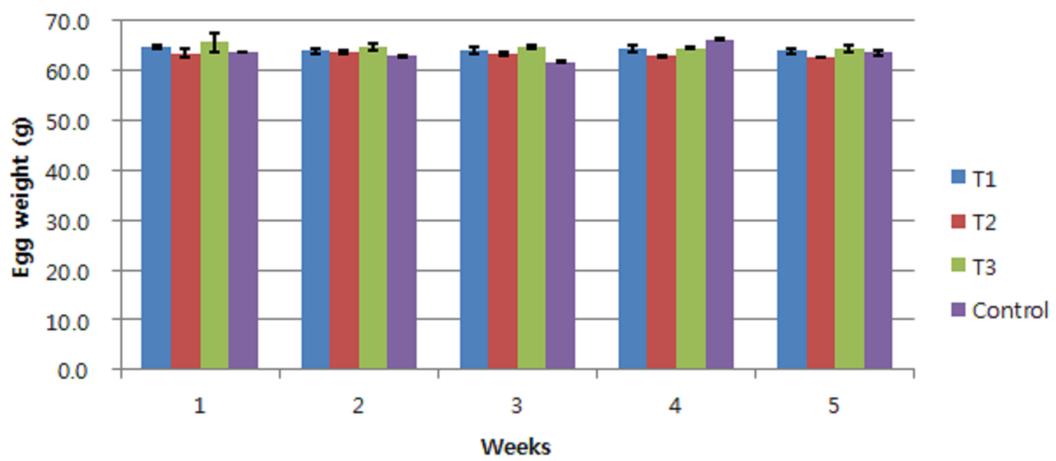


Figure 4. Effect of EM fermented feed on egg weight.

T1: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.3%

T2: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.6%

T3: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.9%

Control: No additive

### 3. 사료섭취량

EM발효 썩의 사료첨가 급여가 사료섭취량에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 5와 Figure 5와 같이 나타났다. 전체적으로 3주차까지 불규칙적인 사료섭취량을 보이다가 3주 이후부터 점진적으로 사료섭취량이 높아져갔고 5주차 때는 T1과 T3처리군이 각각 1440g, 1441g을 섭취하여 대조군에 비하여 가장 높은 수치를 보였다. T2처리군이 2주차 대조군보다 높은 사료섭취량을 보였지만 3주차부터 가장 낮은 사료섭취량을 보이며 전반적으로 처리군이 대조군보다 높은 사료섭취량을 보였다.

Nahashon 등(1993, 1994)은 생균제 첨가시 사료 섭취량을 증가시켰다고 보고하였으며, Nahahon 등(1994)은 산란계 사료 내 생균제의 급여는 산란계의 식욕을 촉진시키는 효과가 있다고 하여 비슷한 연구결과가 나타났다. 김 등(2001)은 ‘복합미생물의 균총이 장내에서 안정적으로 정착하여 장관 내 바람직한 세균총의 균형을 이루어 장관 내 유용균의 발육증식 및 정상균총을 유지시킴으로서 장내 유해세균의 수를 감소시키고, 영양소 흡수에 최적의 조건이 조성되어 사료의 이용율이 개선됨에 따라 사료섭취량도 증가시킨다고 보고하여 본 연구결과를 뒷받침하였다. 하지만 Mahdavi 등(2005)은 산란계 사료 내 *Bacillus spp.*의 생균제를 첨가한 실험에서 사료 섭취량과 사료 효율에 영향을 미치지 않는다고 보고하여 본 연구결과와 상이한 연구결과를 보였다.

Kim 등(2003)의 보고에 의하면 썩의 사료이용 시 Alkaloid 성분의 쓴 맛으로 인해 일반사료에 비하여 기호성이 떨어진다는 보고를 하였지만, 본 연구결과에서는 처리구의 사료섭취량이 대조구보다 높은 것으로 보아 EM발효과정을 통해 쓴 맛을 순화시켰을 것으로 사료된다. 본 연구에서 처리구의 사료섭취량이 높은 요인 중 하나로 첨가되는 EM발효 썩 중에 영양적으로 떨어지는 썩의 양 만큼 사료를 더 요구하게 되는 경향이 있는 것으로 추정된다. 앞으로의 연구에서 사료 첨가가 아닌 EM발효 썩을 액상으로 음수급여 하여 비교해볼 필요가 있다고 생각된다.

Table 5. Effect of EM fermented feed on feed intake.

	T1	T2	T3	Control
1 Week	1416±16.7	1358±11.4	1404±5.6	1366±0.3
2 Week	1422±6.8	1398±15.9	1432±4.8	1347±0.1
3 Week	1387±2.7	1352±13.4	1396±2.5	1354±0.1
4 Week	1397±25.0	1365±1.6	1425±5.3	1377±0.1
5 Week	1440±1.5	1396±36.9	1441±0.5	1398±0.1

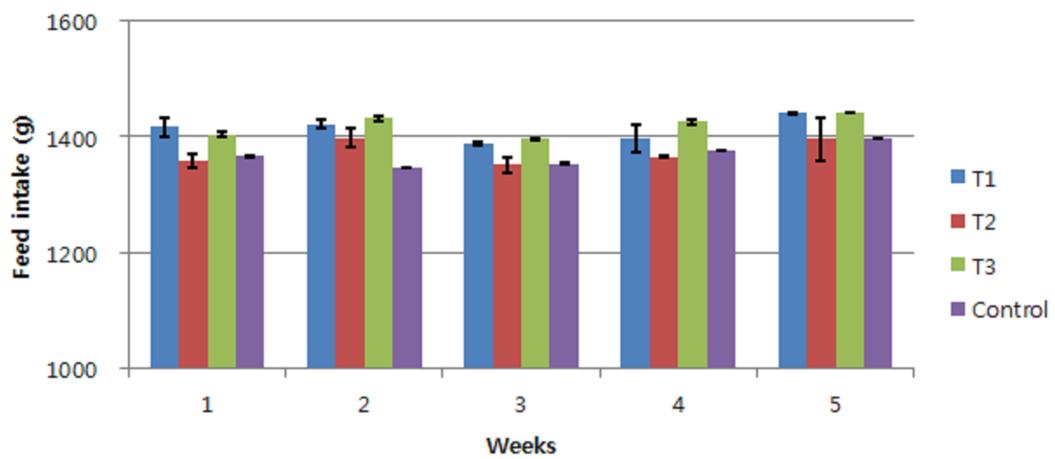


Figure 5. Effect of EM fermented feed on feed intake.

T1: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.3%

T2: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.6%

T3: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.9%

Control: No additive

#### 4. 사료요구율

EM발효 쏙의 사료첨가 급여가 사료요구율에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 6과 Figure 6과 같이 나타났다. 전체적으로 각 처리구들의 주간별 평균 사료요구율은 불규칙적이지만 대조군과 비교하여 높게 나타났다. 각 처리구들의 5주째 사료요구율을 확인해보면 T1: 1.92, T2: 2.06, T3: 1.99로 나타나 1주째 사료요구율보다 상승했으며 대조구는 5주째에 1.90으로 각 처리구보다 낮았으며 1주째보다 사료요구율이 내려가는 양상을 보여 본 연구결과 EM발효 쏙의 사료첨가 급여가 사료요구율을 높이는 영향을 준다고 보여진다.

본 연구결과는 Haddadin 등(1996)이 유산균 첨가시 사료요구율이 무첨가구보다 증가한다고 한 것과 비슷한 연구결과를 보인다. 하지만 류 등(1999)은 *Bacillus subtilis*가 산란계에서 유익균을 증대시키고 산란율과 사료 요구율 등에 효과가 있다고 보고하였으며 Lim(1992)은 효모 배양물 급여시 사료 효율을 개선시킨다고 보고하였다. Ringrose (1949), Brake (1991)에 의하면 산란계에 대한 효모 및 효모배양물 급여시험에서 산란율과 사료효율이 개선되었다고 보고하였고, Tonkinson 등(1965)은 효모배양물 급여시 소화율이 향상된다고 보고하였다. 또 다른 연구보고로 Mahdavi 등(2005)이 산란계 사료 내 *Bacillus spp.*의 생균제를 첨가한 실험에서 사료 섭취량과 사료 효율에 영향을 미치지 않는다고 보고하여 본 연구결과와는 또 다른 차이를 보였다. 이렇게 타 연구 보고들이 차이점을 두고 있다는 것은 각 연구들마다 급이한 시료의 차이, 환경의 차이, 첨가 방법의 차이 등으로 나타날 수 있다고 사료된다. 본 실험에서 사료요구율이 대조구에 비하여 상승하는 것은 사료섭취량이 증가하고 산란율이 점차 상승함으로서 일어나는 비례적인 상승효과인 것으로 사료된다.

EM발효 쏙을 급여한 산란계의 생산성에 대한 결과들을 종합하여 보면 T1(0.3% 급여)의 경우 최종 5주째 가장 높은 산란율을 보였고, 산란율의 점진적 상승효과를 확인 할 수 있었으며 계란의 평균난중의 결과에서 처리구가 대조구보다 안정적인 난중변화를 보이는 것으로 보아 EM발효 쏙이 난중변화의 균형에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보인다. 사료섭취량은 대조구보다 처리구가 높게 나타났

는데 발효물 중에 상대적으로 사료에 비하여 영양이 떨어지는 썩의 양만큼 사료를 더 요구하는 것으로 사료된다. 사료요구율은 대조구보다 처리구가 증가되는 경향을 보였는데 처리구에서 사료섭취량이 증가하고 산란율이 상승하면서 일어나는 비례적인 상승효과인 것으로 사료된다.

미생물제제 급여를 통해 산란계의 생산성을 평가한 연구보고들은 다양하게 있었지만 산란계에 썩을 급여하여 생산성을 평가한 연구보고들은 매우 적었고 발효 썩에 대한 산란계 생산성 평가에 대한 연구보고들은 전무한 상태로 상대적 비교는 어려웠지만 본 연구결과가 향후 이루어질 관련연구에 기초자료를 제공했다는 의미를 부여할 수 있으며 이에 대한 기능성 연구를 시도 할 최초의 보고라 생각한다.

Table 6. Effect of EM fermented feed on feed conversion.

	T1	T2	T3	Control
1 Week	1.88±0.02	1.93±0.04	1.95±0.05	1.98±0.00
2 Week	1.93±0.01	1.91±0.01	1.91±0.01	1.87±0.00
3 Week	1.94±0.03	1.89±0.00	1.96±0.04	1.91±0.01
4 Week	1.90±0.00	1.93±0.00	1.97±0.05	1.80±0.01
5 Week	1.92±0.01	2.06±0.01	1.99±0.07	1.90±0.02

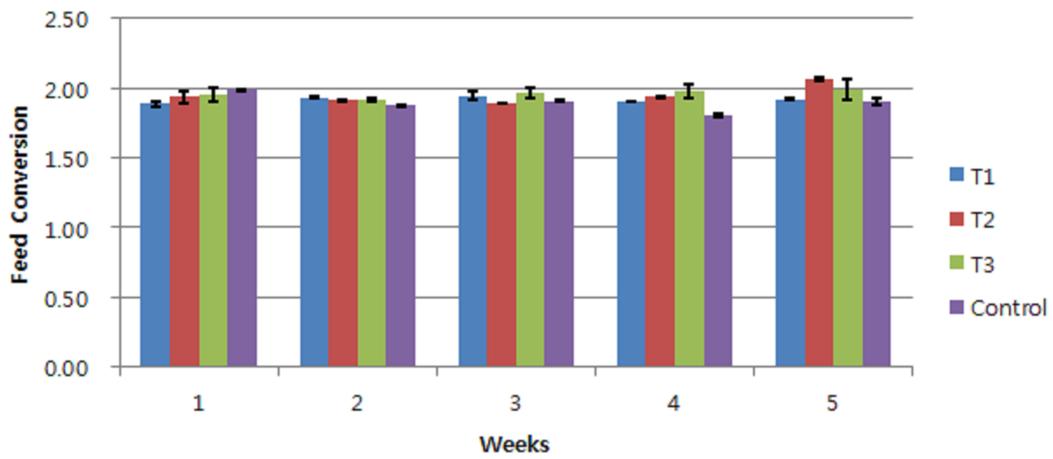


Figure 6. Effect of EM fermented feed on feed conversion.

T1: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.3%

T2: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.6%

T3: EM fermented *Asteraceae lavandulaefolia* 0.9%

Control: No additive

## V. 요약

EM을 통한 미생물발효를 이용한 축산분야의 활용은 발효사료를 통한 가축의 면역력증강, 항산화효과, 장내 병원성미생물 활성저감효과 그리고 고분자물질을 저분자화 시킴으로서 소화개선 등의 다양한 효과를 지니고 있다. 썩은 다양한 생리활성물질과 약리적으로 다양하게 이용되며 주변에서 쉽게 채취할 수 있는 장점도 가지고 있다. 이런 썩은 발효썩으로도 많이 활용되는데 발효과정을 통해 썩의 아미노산 물질 증가, 항산화활성이 우수한 물질이 활성화된다는 연구보고가 있다. 이런 썩을 EM을 이용해 발효작용을 거친 EM발효 썩의 사료첨가 급여가 산란계의 생산성 증가에 어떠한 영향을 주는 지에 대해 알아보하고자 본 연구를 진행하였다.

실험은 3~5월에 채취한 참썩을 건조하여 EM원액, 당밀, 썩, 쌀뜨물, 산란기사료를 순서로 1:3:24:30:70의 비율로 혼합하여 밀봉 후 30~35℃에서 2주간 혐기 발효시키고 15~20℃에서 5주간 숙성하여 EM발효 썩을 준비하였다. Lohmann Brown 47주령 산란계 96마리를 4처리군으로 나누어 2반복, 반복당 12수씩 완전 임의배치하여 5주 동안 급여하였다. 각 처리군은 1)EM발효 썩 0.3%(T1), 2)EM발효 썩 0.6%(T2), 3)EM발효 썩 0.9%(T3), 4)일반 산란계사료(대조군 C)를 일반사료에 골고루 혼합하여 공급하였다. 연구결과 처리구에서 산란율이 점차 상승되는 것을 확인하였으나 대조구가 처리구들에 비하여 3주차부터 안정적이고 높은 산란율을 보였고, 처리구 중에 T1은 3주차부터 점진적으로 산란율이 상승하여 5주차에는 가장 높은 산란율을 보였다. 평균난중은 대조구가 전체적으로 심한 변화를 보이는데 비하여 처리구는 안정적인 변화양상을 보였다. 사료섭취량은 대조구보다 처리구가 전반적으로 높게 나타났으며 사료요구율도 대조구보다 처리구가 높게 나타났다.

본 연구결과 EM발효 썩의 사료첨가 급여가 특별히 생산성에 개선점을 보여주는

유의적인 결과를 확인하지 못했다. 하지만 T1(0.3% 급여)의 경우 최종 5주째 가장 높은 산란율을 보였으며 산란율의 점진적 상승효과를 확인 할 수 있었고, 계란의 평균난중의 결과에서 처리구가 대조구보다 안정적인 난중변화를 보이는 것으로 보아 EM발효 쭉이 난중변화의 균형에 긍정적인 영향을 주는 것으로 보인다. 사료섭취량과 사료요구율은 대조구보다 처리구가 높게 나타났는데 발효물 중에 상대적으로 사료에 비하여 영양이 떨어지는 쭉의 양만큼 사료를 더 요구하는 것으로 사료된다. 앞으로의 연구에서 사료첨가가 아닌 EM발효 쭉을 액상으로 급여하는 연구를 한다면 EM발효 쭉이 사료섭취량 및 사료효율에 미치는 영향에 대해 더욱 유익한 연구결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

## VI. 참고문헌

- Baba E, Nagaishi S, Fukuta T, Arakawa A. 1991. The role of intestinal microflora on the prevention of Salmonella colonization in chickens. Poultry Sci 70:1902~1907.
- Brake J. 1991. Lack of effect of a live yeast culture on broiler breeder and progeny performance. Poultry Sci 70:1037~1039.
- Choi H J, Kim E j, Han M J, Baek N I, Kim D H, Jung H G, Kim N J. 2007. Hepatoprotective Effect of Fermented *Artemisia princeps* PAMPANINI by Lactic Acid Bacteria. Kor J Pharmacogn 38(3):245~253
- Chen YC, Chen TC. 2003. Effects of commercial probiotic or prebiotic supplementation on production, size and quality of hens egg. Poult Sci 82:330.
- Conway PL, Kjelleberg S. 1989. Protein-mediated adhesion of Lactobacillus fermentum strain 737 to mouse stomach squamous epithelium. J Gen Microbial 135:1175~1186.
- Dunham HJ, William C, Edens FW, Casas IA, Dobrogosz WJ. 1993. Lactobacillus reuteri immunomodulation of stressorassociated disease in newly hatched chickens and turkeys. Poultry Sci 72(Suppl. 1):103(Abstract).
- Fujita Y, Uehara I, Morimoto Y, Nakashima M, Hatano T, Okuda T. 1988. Studies on inhibition mechanism of caffetannis isolated from leaves of Artemisia capillaris species on lipoxygenase dependent lipid peroxidation. Yakugaku Zasshi 108:129.

- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. A review J Appl Bacteriol 66:365~378.
- Goodling AC. 1987, Production performance of White Leghorn layers fed Lactobacillus fermentation products. Poultry Sci 66:480~486.
- Higa T. 1995. Use of microorganisms in agriculture & their positive effects on environmental safet. Nobunkyo Tokyo p42~74.
- Higa T. 1998. The complete data EM encyclopedia. Sogo Unicom Tokyo p 1~7.
- Hale OM, Newton GL. 1979. Effects of a non-viable Lactobacillus species fermentation product on performance of pigs. J Anim Sci 48:770~775.
- Haddadin MSY, Abdulrahim SM, Hashlamoun EAR, Robinson RK. 1996. The effect of Lactobacillus acidophilus on the production and chemical composition of hen' s eggs. Poult Sci 75:491~494.
- Kimura Y, Okuda H, Hatano T, Agata I, Arichi S. 1985. Studies on the actives of tannins and related compounds from medical plants and drugs. VII. Effects of extracts of leaves of Artemisia species, and caffeic acid and chlorogenic acid on lipid metabolic injury in rats fed peroxidized oil. Chem Pharm Bull 33:2028.
- Kim I S, Jin S K, Song Y M, Kim C W, Jo K K, Chung K H, Kang S N. 2008. Effects of Dietary Mugwort Powder on Carcass and Meat Quality Characteristics of Gilt and Barrow in Growing-Finishing Period. J Anim Sci & Technol (Kor) 50(6):839~848.
- Kim J H, Na J C, Kim S H, Jang B G, Kang H S, Lee D S, Lee S J, Jwa S H. 2006. Effect of Dietary Medicinal Plant by-products on Egg Production and Egg Quality in Laying Hen. Korea J Poult Sci 33:121~126.

- Kim Y M, Kim J H, Kim S C, Lee M D, Sin J H, Ko Y D. 2003. Effect of dietary Wormwood powder supplementation on growing performance and fecal noxious gas emulsion in weaning pig. Korean J Anim Sci Technol 450:551~558.
- Lim DV. 1992. Effect of Diet Quality and Yea-Sacc1026 on Performance of Commercial Layers. Biotechnology in the Feed Industry All tech Publ Ky p412.
- Mahdavi AH, Rahmani HR, Pourreza J. 2005. Effect of probiotic supplements on egg quality and laying hen's performance. Int J Poult Sci 4:488~492.
- Mohan B, Kadirvel R, Bhaskaran M, Natarajan A. 1995. Effect of probiotic supplementation on serum/yolk cholesterol and on egg shell thickness in layers. Br Poult Sci 36:799~803.
- Mohan B, Kadirvel R, Natarajan A, Bhaskaran M. 1996. Effect of probiotic supplementation on growth, nitrogen utilization and serum cholesterol in broilers. Br Poult Sci 37:395~401.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW. 1994. Production variables and nutrient retention in single comb white Leghorn laying pullets fed diets supplemented with directfed microbials. Poult Sci 73:1699~1711.
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW. 1993. Effect of directfed microbials on nutrient retention and production parameters of Single Comb White Leghorn Pullets. Poultry Sci 72(Suppl. 1):87(abstract).
- Nahashon SN, Nakaue HS, Mirosh LW. 1994. Phytase activity, phosphorus and calcium retention and performance of Single Comb White Leghorn layers fed diets containing two levels of available phosphorus and supplemented with direct-fed microbials. Poultry Sci 73:1552~1562.
- Newbold CJ, Williams PEV, Mackin N, Walker A, Wallace RJ. 1990. Effects of yeast culture on yeast numbers and fermentation in the rumen of sheep. Proc of Nutr Sci July 1989.

Pollmann DS, Danielson DM, Wren WB, Peo ER Jr, Shahani KM. 1980. Influence of *Lactobacillus acidophilus* inoculum on gnotobiotic and conventional pigs. *J Anim Sci* 51:629~637.

Ringrose RC. 1949. Nutritive properties of torula yeast for poultry. *Poultry Sci* 28:75~83.

Tonkinson LV, Gleaves EW, Dunkelgod KE, Thayer RH, Sirny RJ, Morrison RD. 1965. Fatty acid digestibility in laying hens fed yeast culture. *Poultry Sci* 44:159~164.

Tortuero F, Fernandez E. 1995. Effects of inclusion of microbial cultures barleybased diets fed to laying hens. *Anim Feed Sci Technol* 53:255~265.

김재황, 김삼철, 김영민, 하홍민, 고영두, 김창현. 2001. 발효사료(Bio- $\alpha$ ) 첨가가 산란계 생산성, 분 중 암모니아 가스 발생 및 난황의 지방산조성에 미치는 영향. *동물자원지* 43(3):337~348.

나재천, 김태호, 서옥석, 유동조, 김학규, 이상진, 김상호, 하정기, 김재황. 2003. 복합생균제의 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 30:145~150.

류경선, 박홍석, 류명선, 박주영, 김상호, 송희중. 1999. 생균제의 급여가 산란계의 생산성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. *한국가금학회지* 26:253~259.

백인기. 1991. 생균제의 첨가가 가축의 생산성에 미치는 영향. *사료가공단기과정*. p84.

진존인: *한방의약대사전*. 동도문화사 p332 (1984)

허준: *한방동의보감*. 민정사 p184 (1978)

## 감사의 글

학사 졸업을 하기도 전에 뛰어난 사회생활을 뒤로 하고 뒤늦게 시작한 대학원 생활에 바쁘기도 했고 힘들기도 했지만 다시 공부를 할 수 있게 된 것에 기쁘고 설레기도 했던 시간이 벌써 3년이 지났습니다. 어떤 것이든지 하나에만 집중을 해야 하는 성격에 석사과정과 직장생활 모두 챙기고 싶은 욕심에 어느덧 시간이 많이 흐른 것 같습니다. 항상 신념을 갖고 연구에 매진하시는 모든 분들께 존경을 표하고 죄송스런 마음을 갖습니다. 그리고 이러한 귀중한 시간과 경험을 하게 해주신 분들께 감사의 마음을 전하고자 이 글을 씁니다.

우선 바쁘고 힘든 와중에도 끝까지 포기하지 않게 곁에서 지켜주시고 늘 부족한 저에게 따듯하게 지도해주시고 논문의 결실을 맺도록 인도해주신 정동기 교수님께 감사의 말씀을 전합니다. 늘 바쁘게 활동하시고 건강을 챙길 시간도 없을 정도로 매사에 열정적이신 교수님께 마음깊이 감사드리고 존경하는 마음을 표합니다.

또한 늘 바쁘신 일정에도 불구하고 차분하고 따듯한 배려와 조언 그리고 용기를 주시고 가족의 안부와 주변을 걱정해주시는 강민수 교수님께 감사의 마음을 전합니다. 학사기간 동안 궁금하고 어려운 부분에 대한 질문에 늘 세심하고 꼼꼼하게 조언해주시고 힘들 때 용기를 불어넣어주신 류연철 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 그리고 이 논문을 심사해 주시고 아낌없는 조언을 해주신 오성중 교수님과 류연철 교수님께 감사의 말을 드립니다.

논문을 준비함에 있어 실험실 내에서 전폭적인 지지와 도움을 아끼지 않으신 김진남 박사님과 인도에서 오신 샤르마 박사님께 진심으로 감사의 말을 전합니다. 또 실험실에서 편안한 자리제공과 컴퓨터를 마음껏 사용할 수 있게 배려해주신 김영숙 선생님도 감사드립니다.

사양실험을 할 수 있도록 사양실험실을 함께 만들고 전폭적인 지원을 해주신 EM양계농장의 대표이시자 아버지이신 최강일 대표님께 진심으로 감사드리고 아버지와 어머니의 도움이 없었다면 지금의 논문은 나오기 힘들었을 것이라고 믿어 의심치 않습니다. 항상 응원해주시고 걱정해주셔서 항상 힘이 되었고 지금의

제가 있다는 사실에 늘 감사드리고 사랑합니다.

학과와 학생들을 위해 항상 열심히 일하는 미정, 정현, 경은 선생님들께 늘 감사드리고 회사일 때문에 자주오지 못하는 저를 위해 중요한 일을 챙겨주던 환경은 선생님에게 늘 미안하고 감사했다고 전하고 싶습니다.

직장생활을 하면서 석사과정을 함께 하기 위해 희생해주었던 (주)화송산업 직원들께 감사드리며 잦은 휴가신청과 야근근무의 조정을 배려해주신 박준영 부장님! 정말 감사드립니다.

멀리 미국에서 유학생생활을 하면서 홀로 힘들게 공부하고 있는 우리 진영이 누나! 멀리서도 우리가족 모두 응원하고 대박나길 기원합니다. 사랑합니다.

끝으로 곁에서 항상 나를 응원해주고 힘을 주는 나의 영원한 동반자 성희와 이쁜 딸 최예은! 그 존재만으로도 고맙고 사랑합니다.

논문을 마무리 하면서 감사드리는 분들이 정말 많습니다. 앞으로 인생을 살면서 이와 같이 늘 감사하는 마음과 노력하는 자세로 임하겠습니다. 감사합니다.

2013년 1월

최 승 재