

유기태 철과 효모철의 첨가급여가 육계의 성장 및 체조성에 미치는 영향

나상준¹ · 오종일¹ · 우간바야르¹ · 정대균² · 김해영³ · 문승태⁴ · 양철주^{1,†}

¹순천대학교 동물자원학과, ²(주) RNA, ³경희대 생명과학부, ⁴순천대학교 농업교육과

Effects of Dietary Chelated Fe and Yeast Fe on Growth Performance and Body Composition in Broiler Chicks

S. J. Na¹, J. I. Oh¹, D. Uganbayar¹, D. K. Jung², H. Y. Kim³, S. T. Moon⁴ and C. J. Yang^{1,†}

¹Department of Animal Resource & Science, Suncheon National University, ²RNA, ³Life Science, Kyunghee University,

⁴Department of Agriculture Education, Suncheon National University

ABSTRACT This study was carried out to investigate the effects of dietary *Saccharomyces cerevisiae* (wild yeast mutant) and *Saccharomyces cerevisiae* hFeHLC (ferritin containing yeast) and chelated Fe on growth performance and body composition of broiler chicks. A total of 252 (1-day old) "Ross" broiler chicks were allotted to seven dietary treatments: 1) control without iron supplementation, 2) 0.1% wild yeast mutant (YM03), 3) 1.0% wild yeast mutant, 4) 0.1% ferritin containing yeast (YF04), 5) 1.0% ferritin containing yeast, 6) 0.01% chelated Fe and 7) 0.1% chelated Fe. The highest weight gain obtained from broilers fed 0.01% chelated Fe was 2,121g, the lowest weight gain obtained from broilers fed control diet was 2,087g. The growth performance results were not significantly different in weight gain, feed intake and feed conversion ratio of broilers diets containing wild yeast, ferritin containing yeast and chelated Fe supplementation and control diets ($P>0.05$). The lowest iron content in meat was for control 30.51 mg/dL and the highest Fe content was for 0.1% ferritin containing yeast 41.58 mg/dL, but these were not significantly different ($P>0.05$).

(Key words : broilers, iron supplemented diet, weight gain, ferritin, yeast, Fe content)

서 론

철은 생체 내에서 이루어지는 거의 모든 대사에 필수적인 성분으로 다른 영양소와 비교하여 비교적 소량이 필요하지만(Bezkoroviny, 1989; Bothwell et al., 1979; Finch and Hueber, 1986), 결핍되기 쉬운 필수 광물질이다.

효모제는 효모를 배양해 균체를 모아서 발효 능력을 그대로 지니도록 건조한 것으로서 이들을 가축의 사료첨가제로서 사용할 경우 장내 유익한 세균을 우점하게 함으로써 유해한 세균의 성장을 억제하는 작용을 하여 사료효율을 개선하는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 사료첨가제로써 효모에 대한 연구는 1970년대 이후부터 활발히 진행되어 왔으며(Barber et al., 1971; Waldroup et al., 1971; Burns and Baker, 1976; Dagher and Sell, 1982), 생효모는 아미노산 및 비타민

조성이 우수하고(Gitler et al., 1958) 광물질 조성도 우수하다(Burns and Baker, 1976).

또한 효모는 각종 소화효소를 분비하여 발효를 촉진시켜 성장에 필요한 영양소를 공급하고 장내 세균수를 안정화시키며 대사성 질병 예방에 효과적으로 작용한다고 알려졌다(Mason, 1974; McCullough, 1986). 김인호와 김춘수(1988) 및 유종석 등(1991)은 육계 사료에 활성 효모를 0.1% 정도 첨가하였을 때 효과가 가장 좋다고 하였으며, 그 이상의 첨가 수준을 증가시켰을 때에는 증체량과 사료효율이 감소하는 경향이있다고 하였다. 신형태 등(1994)은 육계 사료에 효모제를 첨가 급여한 결과 증체량과 사료요구율이 항생제 및 대조구에 비해 개선되었다고 하였다.

본 연구에서는 이러한 효모를 이용하여 비 heme성 단백질 물질인 ferritin을 대량 생산하고 동물체내에서 Fe의 흡수

[†] To whom correspondence should be addressed : yangcj@sunchon.ac.kr

율이 높은 철분 강화 사료와 축산물을 생산하여 어린이, 노약자 및 여성들에게 많이 발생하는 영양성 빈혈증(nutrition anemia)을 예방하는데 활용하고자 한다. 철분은 우리나라에서 일반적으로 결핍되기 쉬운 영양소이다. 이러한 중요한 작용들을 하는 철분의 결핍은 인간에게 많은 문제점을 야기함은 물론 특히 유아, 임신부, 청소년 아동 등에서 결핍 증세가 흔히 나타나고 있다. 철 결핍은 유산소능력을 감소시켜 미토콘드리아 내 철분 의존효소(iron-dependent enzymes)를 감소시켜 잠재성 철 결핍 빈혈을 유발시키기도 한다(Lamance and Haymes, 1992; Schoene et al., 1983; Diehi et al., 1986).

따라서 본 연구는 유기태 철 (chelated Fe)과 효모 철을 육계 사료에 첨가하여 증체량, 사료섭취량, 사료요구율, 체조성 및 도체내 철분 함량 등에 미치는 영향을 평가하고 철분 단백질 함유 효모를 첨가한 사료를 통해 철분이 강화된 계육을 생산하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 사양관리

공시동물은 Ross broiler 중에서 체중이 균일한 것으로 252수를 선발하여 공시하였다. 사양시험은 7처리구 6반복으로 반복 당 6수씩 총 252수를 이용하여 실시하였다. 사양관리는 육계용 철제 케이지에서 사육하였으며, 사료와 물은 자유 섭취토록 하였다. 육계사료의 배합 및 분석 실험은 본 대학 영양사료실험실에서 실시하였다.

2. 시험기간 및 시험장소

사양시험은 2004년 2월 8일부터 2004년 3월 21일까지 순천대학교 동물자원과학과 부속사육장에서 6주간 실시하였다.

3. 시험 사료 및 시험설계

본 시험에서 사용한 시험사료의 배합비와 영양소 함량은 Table 1에 나타나 있다. 기초사료는 Fe을 제외시키고 육계 전기와 후기 사료를 배합하였다. 육계 전기 사료는 시험 전기 (0~3주)에 급여하였으며, 육계 후기 사료는 시험 후기 (4~6주)에 급여하여 사양시험을 실시하였다. (주) RNA에서 개발한 효모 제품 YM03™은 생균수가 10¹⁰ cfu/kg이고 철분 함량은 200 mg/kg이다. 효모 제품 YF04™은 생균수가 10¹⁰ cfu/kg이고 철분 함량은 500 mg/kg이다. 시판 유기태 Fe은 철분 함량이 5%인 제품이다. 본 시험에서는 기초사료에 황산 제1철 (FeSO₄ · 7H₂O; FE)로 NRC (1994) 사양표준의 권장량인

Table 1. Formula and chemical composition of control diets (%)

Ingredient	Starter	Finisher
Corn grain	55.34	42.12
Wheat bran	-	22.00
Soybean meal	29.55	20.85
Fish meal	3.00	1.00
Corn gluten meal	2.00	3.67
Soybean oil	1.50	3.00
L-Lysine · HCl	0.62	0.65
Methionine	0.50	0.47
Animal fat	4.70	3.38
Limstone	0.50	0.60
Tricalcium phosphate	1.83	1.80
Salt	0.20	0.20
Vit.-min. Mix. ¹⁾	0.26	0.26
Total	100	100
Chemical composition ²⁾		
ME (kcal/kg)	3,200	3,200
C. protein (%)	21.41	19.75
Lysine (%)	1.25	1.00
Methionine (%)	0.61	0.57

¹⁾ Vit.-min. mixture. provided the following nutrients per kg of diet : Vit. A, 9,000,000 IU; Vit. D₃, 2,100,000 (Starter), 2,200,000 (Finisher) IU; Vit. E, 15,000 (Starter), 30,000 (Finisher) IU; Vit. K, 2,000 mg; Vit. B₁, 1,500 (Starter), 2,000 (Finisher) mg ; Vit. B₂, 4,000 (Starter), 5,200 (Finisher) mg; Vit. B₆, 3,000 mg; Vit. B₁₂, 15 (Starter), 20 (Finisher) mg.; Pan-Acid-Ca, 8500 (Starter), 10,000 (Finisher) mg; Niacin, 20,000 (Starter), 30,000 (Finisher) mg; Biotin, 110 (Starter), 120 (Finisher) mg; Folic-Acid, 600 (Starter), 1,000 (Finisher) mg; Co, 300 (Starter), 350 (Finisher) mg; Cu, 3,500 (Starter), 4,500 (Finisher) mg; Mn, 55,000 (Starter), 65,000 (Finisher) mg; Zn, 50,000 (Starter), 60,000 (Finisher) mg; I, 600 (Starter), 800 (Finisher) mg; Se, 130 mg.

²⁾ Calculated values.

Fe 80 mg/kg을 첨가한 대조구(control), 기초사료에 *Saccharomyces cerevisiae*(mutant type)를 이용한 효모 제품(YM03™) 0.1% 처리구(10⁷ cfu/kg, Fe 0.2 mg/kg), 1.0% 처리구(10⁸ cfu/kg, Fe 2 mg/kg), *Saccharomyces cerevisiae* hFeHLC(ferritin containing yeast)를 이용한 효모 제품(YF04™) 0.1% 처리구 (10⁷ cfu/kg, Fe 0.5 mg/kg), 1.0% 처리구(10⁸ cfu/kg, Fe 5 mg/kg), 시판 유기태 Fe 0.01% 처리구(Fe 5 mg/kg), 유기태 Fe 0.1% (50 mg/kg) 처리구로 총 7처리로 나누어서 사양 시험을 실시

하였다.

4. 조사항목 및 조사방법

1) 증체량

체중 측정은 시험 개시시부터 시험 종료시까지 매주 오후 2시부터 5시까지 일정시간에 반복별로 측정하였으며, 증체량은 종료시 체중에서 개시시 체중을 감하여 구하였다.

2) 사료섭취량 및 사료요구율

사료섭취량은 매주 체중 측정 직전에 반복별로 사료의 잔량을 측정하고, 사료급여량에서 잔량을 공제하여 섭취량을 구하였다. 사료요구율은 사료섭취량을 증체량으로 나누어서 구하였다.

3) 체조성

육계의 체조성은 사양시험 종료 직후 각 처리구에서 평균 체중에 가까운 닭을 반복당 1~2수씩 처리당 5수씩 선발하였다. 시험동물의 경정맥을 절단하여 채혈하고, 탈모처리 후 내장을 제거하는 동시에 다리 고기와 가슴고기를 각각 적출하여 만육기로 분쇄한 것을 분석시료로 하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 등 일반성분은 AOAC(1995) 방법에 따라 분석하였다.

4) 산패도

산패도는 2M phosphoric acid와 20% trichloroacetic acid를 solution으로 하여 50 mL에 분석시료 20 g을 섞고, 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 mL 증류수로 희석하고 흔들어서 균질화하고 그 중 50 mL는 Whatman No. 1 여과지로 여과한 다음, 여과액 5 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid (DW안에 0.005 M) 5 mL를 첨가한다. 튜브를 장치하고, 그 혼합물은 전도에 의해 혼합되고, 암실에서 15시간 동안 실내 온도를 유지한다. Vis-Spectrophotometer(Model 20D⁺, Milton Roy, USA)을 이용하여 결과색을 spectronic -20D⁺으로 530 nm에서 흡광도를 측정하였다(Vernon et al., 1970).

5) 혈중 철분 및 도체 철분 함량

시험 종료 후 각 처리구에서 평균체중에 가까운 닭을 반복당 1~2수씩 선발하여 12시간 절식시킨 다음 닭의 목 밑 경정맥에서 마리당 2 mL 정도를 채혈하였다. 이것을 15분간 방치하여 응고시킨 후 3,000 rpm에서 20분간 원심분리하고 혈장을 취하여 철분 함량 분석에 이용하였다. 도체 철분 함

량은 Atomic Absorption Spectrophotometer (AA-6200, Korean)로 측정하였다. 시료액 조제는 시료 50 g 정도를 crucible에 취하고 100℃에서 건조한 후 600℃에서 회백색이 될 때까지 태운 후 방냉하고 염산 (1:1) 20 mL를 가하여 하룻밤 방치 용해시킨 후 Whatman No. 6 여과지를 이용 뜨거운 3차 증류수로 여과하여 50 mL를 시료액으로 하였다. 시판되고 있는 표준용액(1,000 ppm)을 희석하여 Ca, P, K, Na 및 Mg는 0, 2, 4, 8, 16 및 32 ppm으로 Fe, Mn, Zn 및 Cu는 0, 0.5, 1, 2, 4 및 8 ppm으로 흡광도를 측정 검량곡선으로 하고 미리 제조된 시료액을 측정하였으며, 측정단위는 ppm으로 하였다 (한국식품영양과학회, 2000).

6) 복강내 지방 및 장기무게 측정

Deaton et al. (1974)의 방법에 의하여 처리별 6수의 개체별로 생체중을 먼저 측정하였으며, 각 장기의 무게와 복부지방의 무게는 공시축의 경정맥을 절단하여 채혈을 하였으며, 탈모 처리한 후 내장을 제거하는 동시에 가슴살과 늑골내의 근위, 장, 총 배설강 및 복부 근육 주위에 쌓여 있는 지방을 적출하여 복강 지방(abdominal fat pad)의 무게를 측정하였다. 소장, 심장, 간, 근위, 췌장, 맹장, 신장, 소장, 대장을 각각 적출하여 무게를 측정하였다.

7) 통계분석

모든 데이터는 주간별로 수집되었고, 처리구 평균값의 표준오차의 산출은 SAS statical package program (SAS, 1995)을 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리간 유의성 검정은 Duncan의 다중검정을 5% 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

유기태 철과 효모철 첨가에 따른 6주간 사양 시험한 결과 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 Table 2에서 보는 바와 같다. 6주령까지 증체량은 유기태 Fe 0.01% 처리구가 2,121 g으로 높았으며, 대조구가 2,087 g으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 없었다. 사료섭취량은 YM03 1.0% 처리구가 3,827 g으로 가장 높았으며, YF04 0.1% 첨가구가 3,736 g으로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 없었다. 사료요구율에서는 YM03 1.0% 처리구가 1.83으로 가장 높았으며, YF04 1.0% 첨가구가 1.78로 가장 낮았으나 통계적인 유의차는 없었다. 이처럼 유기태 철과 효모철을 첨가하였을 때에 얻어진

Table 2. Effects of dietary Fe source on growth performance of broiler (g)

Item	Treat.	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
			0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
0~6 weeks								
Initial weight		43	43	43	43	43	43	43
Final Weight		2,130	2,146	2,137	2,132	2,146	2,164	2,143
Weight gain		2,087	2,103	2,094	2,089	2,103	2,121	2,100
Feed intake		3,797	3,759	3,827	3,736	3,739	3,791	3,778
Feed/Gain		1.82	1.79	1.83	1.79	1.78	1.79	1.80

증체량 개선 효과는 효모 0.1%를 사료에 첨가했을 때 증체량이 증가하였다는 김인호와 김춘수(1988)의 보고와 유사한 결과지만 이현우 등(1995, 1997)이 보고한 결과와는 상반되었다.

2. 체조성

유기태 철과 효모철 첨가에 따른 육계의 체조성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 가슴살과 다리살의 성분분석을 실시한 결과는 Table 3과 같이 나타나 있다. 수분에서는 YM03 0.1% 처리구가 75.26%로 가장 높았으며, YM03 1.0%가 73.60%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ($P<0.05$).

조지방에서는 대조구가 1.67%로 가장 높았으며, YF04 0.1% 처리구가 1.08%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다 ($P<0.05$). 조지방에서는 YM03 0.1% 처리구가 5.79%로 가장 높은 수치를, YF04 1.0% 처리구가 3.70%로 가장 낮은 수치를 유의차를 보였다($P<0.05$). 그리고 조단백질에서는 YF04 1.0% 처리구가 21.18%로 가장 높은 함량을 보였고 대조구는 20.12%로 가장 낮아 통계적인 유의차를 보였다($P<0.05$).

3. 도체 산패도 (TBA) 측정

유기태 철과 효모철 첨가에 따른 도체 산패도(TBA) 값을 측정하기 위해 가슴살을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 3주

Table 3. Effects of dietary Fe source on the carcass composition of broiler (%)

Traits	Treatments	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
			0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Moisture		74.87±0.31 ^a	75.26±0.40 ^a	73.60±0.56 ^a	75.11±0.29 ^a	74.46±0.57 ^{ab}	74.51±0.40 ^{ab}	74.77±0.47 ^{ab}
Crude ash		1.67±0.07 ^{cd}	1.22±0.08 ^{b~d}	1.43±0.03 ^{ab}	1.08±0.12 ^d	1.45±0.04 ^a	1.32±0.04 ^{a~c}	1.28±0.05 ^{a~d}
Crude fat		5.78±0.23 ^a	5.79±0.20 ^a	4.54±0.18 ^b	4.62±0.26 ^b	3.70±0.41 ^c	3.71±0.41 ^c	3.58±0.17 ^c
Crude protein		20.12±0.13 ^c	20.88±0.45 ^{ab}	20.96±0.21 ^{ab}	21.00±0.11 ^{ab}	21.18±0.16 ^a	20.38±0.16 ^{bc}	19.29±0.14 ^d

^{a~d} Mean with different superscripts within the same rows are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Effects of dietary Fe source on meat TBA in broiler (μ mol/100g)

Weeks	Treatments	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
			0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
3 Week		9.17±1.18 ^{ab}	9.69±1.89 ^a	9.29±0.77 ^{bc}	5.59±0.41 ^c	7.03±0.03 ^{bc}	6.76±0.35 ^c	6.48±0.36 ^c
6 Week		14.58±2.38 ^a	15.19±1.52 ^a	15.25±0.92 ^a	12.57±1.31 ^{ab}	10.52±1.03 ^b	11.71±0.73 ^{ab}	14.92±1.16 ^a
9 Week		24.29±4.72	24.98±1.76	24.83±3.52	21.34±1.17	21.58±0.58	22.53±2.19	27.55±1.29

^{a~c} Mean with different superscripts within the same rows are significantly different ($P<0.05$).

Table 5. Effects of dietary Fe source on serum Fe in broiler (mg/dL)

Traits	Treatments	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
			0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Serum Fe		1.43±0.08	1.22±0.09	1.35±0.08	1.38±0.10	1.19±0.01	1.32±0.10	1.41±0.11

Table 6. Effects of dietary Fe source on meat Fe in broiler (mg/dL)

Traits	Treatments	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
			0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Meat Fe		30.51±2.32	32.75±2.10	32.42±2.86	41.58±1.69	40.31±3.24	37.66±3.38	37.03±5.47

차에서는 YF04 0.1% 처리구가 5.59 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮은 산패도를 보였고, YM03 0.1% 처리구는 9.69 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 높은 산패도를 보였다($P<0.05$). 6주차에서는 YF04 1.0% 처리구가 10.52 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 산패도가 가장 낮았으며, YM03 1.0% 처리구는 15.25 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 유의차를 보였다($P<0.05$). 9주차에서는 YF04 0.1% 처리구가 21.34 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ 으로 가장 낮은 산패도 수치를 보였으나 처리간 유의차는 없었다. 이와 같이 효모철의 첨가로 닭고기의 산패도가 낮아지는 경향은 도체 내 지방 성분의 감소로 인한 것인지 아니면 효모 내 고기의 산화를 억제하는 성분에 의한 것인지는 본 시험에서 확인하기 어려웠다.

4. 혈중 Fe 함량

유기태 철과 효모철 첨가에 따른 혈청 내 철분 함량을 분석한 결과는 Table 5에 나타나 있다. 혈청에서는 대조구가 1.43 mg/dL로 가장 높은 철분 함량을 보였으나 처리간의 유의차는 없었다. 전예숙과 승정자(1996)는 혈청의 철분 함량은 철분의 섭취수준 증가에 따라 유의하게 높았다고 보고하였지만 본 실험에서는 철분의 첨가 수준에 따른 혈청 철분 함량에는 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 유기태 철이나 ferritin은 유리상태로 존재하는 Fe 이온보다 분자량이 크기 때문에 원심분리시 침전되어 상대적으로 혈장에는 적은 농도로 존재했을 가능성이 있는 것으로 사료된다.

5. 도체 Fe 함량

유기태 철과 효모철 첨가에 따른 도체내 철분 함량을 분석한 결과는 Table 6에 나타나 있다. 도체 철분 함량은 YF04 0.1%와 1.0% 처리구가 41.58 mg/dL 및 40.31 mg/dL로 대조구 30.51 mg/dL보다 높은 수치를 보였고 전체적으로 Fe의 첨가구들이 대조구에 비해 도체 철분 함량을 증가시키는 경향

을 보였으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다. 따라서 육계에서 사료 내 유기태 철 또는 효모철의 첨가는 도체 내 철의 함량을 강화시키고 철분이 강화된 축산물 생산이 가능할 것으로 사료되나 사업화하기 위해서는 좀 더 체계적인 연구가 요구된다.

6. 복강 지방 및 장기무게 측정

유기태 철과 효모 철 첨가에 따른 육계 장기무게에 대한 결과는 Table 7에 나타나 있다. 생체중에 대한 장기의 비율은 대체적으로 YM03 처리구가 대조구 및 다른 처리구에 비해 낮은 경향이었으며, 소낭 부분에서 유의차를 보였다($P<0.05$). YF04 처리구는 영양 흡수를 담당하는 기관인 소장 무게가 다른 처리구보다 높은 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과로 보아 소장은 YF04 처리구가 영양 흡수면에서 좋은 경향을 나타낼 것으로 사료된다. 복강내 지방 축적은 YF04 1.0% 처리구가 23.17 g으로 가장 높은 수치를 보였고, YM03 0.1% 처리구는 6.79 g으로 가장 낮아 유의차를 보였다($P<0.05$).

적 요

본 연구는 유기태 철과 효모철의 첨가가 육계의 생산성 및 체조성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 공시동물은 Ross broiler 252수로 7처리 6반복 반복당 6수씩 사양시험을 실시하였다. 처리구는 1) 대조구, 2) YM03 0.1%, 3) YM03 1.0%, 4) YF04 0.1%, 5) YF04 1.0%, 6) 유기태 Fe 0.01% 및 7) 유기태 Fe 0.1%로 총 7처리로 나누어 실시하였다. 증체량은 대조구가 2,087 g으로 낮게 나타났으며, 유기태 Fe 0.01% 첨가구가 2,121 g으로 나타나 대조구보다 높은 경향을 보였

Table 7. Effects of Fe source on development of intestinal organs in broiler (g)

Traits	Treatments							
		Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
			0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Crop wt./Live wt.	5.30±0.80 ^{ab}	2.65±0.27 ^c	3.62±0.71 ^{bc}	5.82±0.64 ^a	5.97±0.53 ^a	5.76±0.62 ^a	6.95±0.65 ^a	
Heart wt./Live wt.	11.71±0.84	11.81±0.89	11.65±0.79	15.85±3.22	11.62±1.18	11.64±0.88	12.83±1.45	
Liver wt./Live wt.	37.29±1.54	35.28±1.34	37.45±1.63	37.06±2.19	39.41±3.00	35.48±3.06	42.67±4.43	
Gizzard wt./Live wt.	43.54±2.76	38.09±2.92	38.31±2.92	38.58±2.55	38.22±1.83	40.26±1.56	39.36±1.87	
Pancreas wt./Live wt.	3.84±0.33	4.41±0.21	4.08±0.20	4.83±0.32	4.07±0.30	8.67±4.71	4.51±0.43	
Cecum wt./Live wt.	11.40±0.97	12.74±1.21	13.91±1.55	13.36±0.77	11.63±1.86	15.94±2.14	12.67±1.77	
Kidney wt./Live wt.	2.88±0.34	4.05±0.69	3.67±0.65	3.37±0.27	3.03±0.32	3.43±0.34	3.64±0.41	
S · Intestine wt./Live wt.	39.58±2.61	40.51±0.66	40.36±1.48	43.22±5.39	45.09±2.13	38.58±2.30	42.63±2.91	
L · Intestine wt./Live wt.	9.09±1.44 ^a	9.62±0.44 ^a	7.95±0.63 ^{ab}	6.57±7.94 ^{ab}	5.46±0.88 ^b	4.85±0.71 ^b	5.31±1.12 ^b	
Abdominal fat pad wt. /Live wt.	18.49±3.89 ^{a~c}	6.79±0.88 ^c	11.21±3.60 ^{bc}	16.00±3.12 ^{a~c}	23.17±3.54 ^a	16.93±4.04 ^{a~c}	14.42±2.29 ^{a~c}	
Proventriculus wt./Live wt.	8.10±0.34	7.71±0.56	7.76±0.20	9.11±0.82	8.61±0.54	7.59±0.34	8.77±0.54	

^{a~c} Mean with different superscripts within the same rows are significantly different ($P < 0.05$).

으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다($P > 0.05$). 사료섭취량은 대조구는 3,797 g으로 낮게 나타났으며, YM03 1.0% 첨가구가 3,827 g으로 높게 나타나 대조구보다 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다($P > 0.05$). 도체 Fe 함량은 대조구가 30.51 mg/dL로 낮게 나타났으며, YF04 0.1% 첨가구가 41.58 mg/dL로 높게 나타나 대조구보다 높은 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다($P > 0.05$). 육계에서 사료내 유기태 철 또는 효모철의 첨가는 도체내 철의 함량을 강화시키고 철분이 강화된 축산물 생산이 가능할 것으로 사료되나 사업화하기 위해서는 추후에 더욱 체계적인 연구가 요구된다.

(색인어 : 육계, 철분첨가사료, 증체량, 페리틴, 효소, 철분 함량)

인용문헌

- AOAC 1995 Official Method of Analysis, Association of official chemists Washington DC.
- Barber RS, Braude R, Michell KG, Myres AW 1971 The value of hydrocarbon-grown yeast as a source of protein for growing pigs. *Brit J Nutr* 25:285.
- Bezkorovainy A 1989 Biochemistry of nonheme iron in man. *Clin Physiol Biochem* 7:53-69.
- Bothwell TH, Charlton RW, Cook JD, Finch CA 1979 Iron metabolism in man. Blackwell Scientific Publications, London 105-155.
- Burns JM, Baker DH 1976 Assessment of the quantity of biological available phosphorus in yeast RNA and single-cell protein. *Poultry Sci* 55:2447.
- Daghir NJ, Sell JL 1982 Amino acid limitations of yeast single cell protein for growing chickens. *Poultry Sci* 61:337.
- Deaton JW, Kubena LF, Chen TC, Reece FN 1974 Factor influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 2 Cages versus floor rearing. *Poultry Sci* 53:574.
- Diehl DM, Lohman TG, Smith SC, Kertzer RJ 1986 The effects of physical training in iron status of female field hockey players. *Int J Sports Med* 7:264-270.
- Finch CA, Hueber HA 1986 Iron metabolism. *Clin Physiol Biochem* 4:5-10.
- Gilter C, Finlayson JS, Baumann CA, Sunde ML 1958 Apparent biological value of pelleted and autoclaved torula yeast measured in various ways. *Poultry Sci* 37:1314.
- Lamanca JJ, Haymes EM 1992 Effects of low ferritin concentration on endurance performance. *Int J Sport Nutr* 2:376-385.
- Mason TR 1974 Feed additive helps Erath producers. *Dairy-men's Digest* December, 20.

- McCullough ME 1986 Feed for 20,000 pounds of milk. An update. Hoard's Dairyman 131:347.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry National Academy Press. Washington DC.
- SAS 1995 SAS User's Guide Statistics. Statistical Analysis System. Inst.
- Schoene RB, Ecourrou P, Robertson HT, Nilson KL, Parsons JR, Smith NJ 1983 Iron repletion decreases maximal exercise lactate concentration in female athletes with minimal iron deficiency anemia. J Lab Clin Med 102(2): 306-312.
- Vernon CW, Krause GF, Bailey EM 1970 A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. J Food Sci 35:582-585.
- Waldroup PW, Hillard CM, Mitchell RJ 1971 The nutritive value of yeast grown on hydrocarbon fractions for broiler chicks. Poultry Sci 50:1022.
- 김인호 김춘수 1988 활성효모(*Saccharomyces cerevisiae*) 급여가 브로일러의 육성성장에 미치는 영향. 한국가금학회지 15:277.
- 신형태 김기원 정기환 1994 활성제 첨가가 육계의 생산성 및 장내 미생물 균총에 미치는 영향. 한국가금학회지 18:322.
- 유종석 남궁환 백인기 1991 활성효모 및 효모배양물 첨가가 육계의 생산성에 미치는 영향. 한국가금학회지 18:167.
- 이현우 김인호 김춘수 1995 육계에 있어서 활성효모 (*Saccharomyces cerevisiae*)의 급여가 영양소 이용성과 장내 미생물의 변화에 미치는 영향. 한국가금학회지 22:203.
- 이현우 김인호 김춘수 손중천 1997 효모의 급여가 육계의 성장 및 장내 대장균의 변화에 미치는 영향. 한국가금학회지 24:67-72.
- 전예숙 승정자 1996 철분과 셀레늄의 섭취수준이 흰쥐의 혈액과 간장의 지질 수준에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 25(4), 568-574.
- 한국식품영양과학회 2000 식품영양실험핸드북. 도서출판 효일, 229-231.