

유기철의 첨가가 육계의 성장과 체조성에 미치는 영향

양철주^{1,†} · 우간바야르¹ · 나상준¹ · 고석영¹ · 위화영¹ · 정대균² · 김해영³

¹순천대학교 동물자원과학과, ²(주) RNA, ³경희대학교 생명과학부

Effects of Organic Iron Supplementation on Growth Performance and Body Composition in Broiler Chicks

C. J. Yang^{1,†}, D. Uuganbayar¹, S. J. Na¹, S. Y. Ko¹, H. Y. Wi¹, D. K. Jung², and H. Y. Kim³

¹Department of Animal Resource and Science, Suncheon National University, 315 Maegok-dong, Suncheon, Chonnam 540-742, South Korea

²RNA Inc., 319 College of Industry, Kyung Hee University, Suwon, Geonggi-do 449-701, South Korea

³Division of Life Science, Kyunghee University, 1 Sochen-ri, Giheung-eup, Yongin-si, Geonggi-do 449-701, South Korea

ABSTRACT This study was conducted to evaluate the effect of organic iron supplemented to feed for broilers. One hundred forty four Ross broiler chicks were assigned to 6 treatments: control containing 80 mg Fe from iron sulfate per kg diet (FE-80), FE-160 (control multiplied two times), YM-80 containing 80mg Fe from yeast mutant, YM-160 (YM-80 multiplied two times), YF-80 containing 80 mg Fe from ferritin containing yeast, YF-160 (YF-80 multiplied two times) in the experiment. Each treatment had four replications of 6 birds each. The weight gain of the YM-160 was significantly higher ($P < 0.05$) than that of the control (FE-80). The YM and YF in the serum cholesterol level were significantly higher ($P < 0.05$) than the control. In the cholesterol level of carcass, although the control (FE-80) was highest and the YM and YF were very low; however, there were no significant differences among treatments. In the iron level of carcass, the control (FE-80) showed the lowest level among treatments; the YM and YF were significantly higher ($P < 0.05$) than the control. In conclusion, the supplementation with organic iron to broiler chicks improve productivity. We also expect the possibility on chicken meat with reinforcing iron.

(Key words : broiler, Fe, yeast, growth performance, body composition)

서 론

철은 생체 내에서 이루어지는 거의 모든 대사에 필수적인 성분으로 다른 영양소와 비교하여 비교적 소량이 필요하지만(Bezkorovainy, 1989; Bothwell et al., 1979; Finch and Hueber, 1986) 또한 결핍되기 쉬운 필수광물질이다. 혈액의 주요 단백질인 헤모글로빈과 미오글로빈을 구성하며, 에너지 형성에 중요한 전자 전달 물질인 시토크롬을 구성한다. 또한 면역 체계, 효소 합성, 콜라겐 합성, 간에서 해독 작용 등 여러 가지 역할을 한다. 철분은 우리나라에서 일반적으로 결핍되기 쉬운 영양소이며(채범석 등, 1981), 선진국에서도 가장 큰 영양문제이다. 철의 부족은 적혈구의 수는 감소되지 않지만, 헤모글로빈이 적어져서 피로에 중요한 원인이 된다. 국

내에는 현재까지 철 강화 축산물이 개발된 바가 없으며, 빈혈증이 많은 노약자나 여성들의 빈혈치료를 위하여 철분이 강화된 기능성 축산물의 생산이 가능하다면 철부족 현상으로 일어날 수 있는 빈혈증 예방에 도움이 될 것이다. 철분은 필수미량 원소이며, 페리틴(ferritin)은 단백질의 형태로 철분을 대량으로 저장하고 있다(박진희 등, 1997). 페리틴은 철 이온을 중심으로 둘러싸인 구형 단백질로 간, 비장, 골수에 많이 존재하고 있다. 페리틴의 작용은 생체세포의 종류에 따라 산소전달, 전자전달, 질소 고정 및 DNA 합성시에 유용할 수 있도록 철분을 수용상태로 저장하는 기능과, 그 밖에 세포내 유리상태의 철분을 제독하는 기능을 한다(Ford et al., 1984). 과다한 유리상태의 철은 독성을 나타내지만 부족시에는 세포대사를 할 수 없으며, 특히 페리틴은 생화학적으로

이 논문은 2001~2004년도 농림기술관리센터의 벤체형중소기업 기술개발사업 연구비 지원에 의해 연구되었음.

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

중요한 철 저장단백질로 독성을 띠는 이온상태의 철이 페리틴이라는 단백질과 결합하므로써 완충작용을 나타내게 된다(김범수, 1998). Granink(1946)는 간장, 비장에서 철 저장 역할을 가진 단백질로서 알려져 있는 페리틴이 소장에서도 존재하고 있으며, 철 화합물을 쥐에 다량 투여하여 점막 세포중 페리틴의 철 함량이 증가한다는 사실을 보고하였다. 그러나 철분 결핍에 대한 치료 및 예방은 음식물 속에 포함된 철분을 섭취하는 것만으로는 해결할 수 없기 때문에 매일 철분이 10~50 mg 포함된 생체내 이용률이 높은 철분제제가 필요하다. 이러한 철분제제는 철분이 무기질과 결합된 형태가 아닌 단백질과 결합된 형태로 경구 투여시 소장 점막에서 직접 혈중으로 빠르게 흡수될 수 있고, 위장 장애가 없는 생리 활성형의 페리틴제제라야 할 것이다. Huebers et al. (1971), Pollack et al.(1972) 과 Linder and Munro(1975)은 정상 및 철분 결핍동물에 대하여 *in vivo*에서 철분을 투여한 결과, 처음의 수분동안 장 점막의 페리틴에 대한 철분섭취가 왕성하게 관찰된 것을 보고한 바 있다. 국내에는 아직까지 페리틴을 이용한 축산용 철분 강화사료와 이를 이용한 철분강화 축산물이 개발된 바가 없으며, 외국에서도 이를 이용한 사료 개발에 대한 연구가 거의 되지 않은 실정이다. 철분 강화 사료를 사용하여 기존 사료에 있어서 문제시되고 있는 철분결핍 및 흡수효율의 단점을 보완할 수 있을 것이다. 따라서 본 시험은 유기철을 함유한 효모(yeast)를 육계 사료에 첨가하여 육계의 생산성과 계육에 미치는 영향을 평가하여 철분단백질이 함유된 철분강화 사료와 계육을 개발하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 공시동물

체중이 균일한 Ross broiler 초생추 168수를 공시하여 본 시험에 이용하였다. 사양관리는 본 실험실의 관행에 의해서 실시하였으며, 본 시험에서는 3단 철제 cage를 이용하여 cage당 6수씩 임의적으로 수용하여 6주간 사양하였다.

2. 시험 사료 및 시험설계

본 시험에서 사용한 기초사료의 배합율과 영양소 함량은 Table 1에 나타나 있다. Table 1의 starter는 시험 전기(0~3주)에 급여하였으며, finisher는 시험 후기(3~6주)에 급여하여 사양시험하였다. 본 시험에서는 Table 1에 명시한 기초사료의 배합비에 NRC(1994) 권장인 Fe 80 mg/kg을 첨가한 것을

대조구 ① (FE-80)로 하여, 대조구에 항생제(CTC 0.05%)를 첨가한 항생제 처리구 ② (FE-80+A), Fe 160 mg/kg 처리구 ③ (FE-160), *Saccharomyces cerevisiae* R100(yeast mutant; YM, 철 함량 200 mg/kg)을 대조구의 철 함량 기준으로 80 mg/kg 첨가한 처리구 ④ (YM-80), Fe 160 mg/kg 처리구 ⑤ (YM-160), *Saccharomyces cerevisiae* 2805-a7 TYFHLA-1(ferritin containing yeast; YF, 철 함량 500 mg/kg)을 대조구의 철 함량 기준으로 80 mg/kg 처리구 ⑥ (YF-80) 및 Fe 160 mg/kg 처리구 ⑦ (YF-160)로 총 7처리 4반복으로 반복당 6수씩 총 168

Table 1. Formula and chemical composition of the experiment diets

Ingredient (%)	Starter	Finisher
Corn	53.67	59.65
Wheat bran	1.42	1.50
Soybean meal	25.80	26.31
Fish meal	5.00	0.00
Corn gluten meal	6.50	5.10
Soybean oil	5.32	5.15
L-Lysine · HCl	0.00	0.09
Methionine	0.14	0.07
Tricalcium phosphate	1.32	1.38
Salt	0.25	0.25
Vit-min. mix ¹	0.50	0.50
Antibiotics	0.05	0.00
Anticoccidium	0.03	0.00
Chemical composition ²		
ME (kal/kg)	3,200	3,200
C. P (%)	23.02	20.02
Lysine (%)	1.13	1.00
Methionine (%)	0.50	0.38

¹ Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 9,000,000 IU; vitamin D₃, 2,100,000 IU; vitamin E, 15,000 IU; vitamin K, 2,000 mg; vitamin B₁, 1,500 mg; vitamin B₂, 4,000 mg; vitamin B₆, 3,000 mg; vitamin B₁₂, 15 mg; Ca-pantothenate, 8,500 mg; niacin, 20,000 mg; biotin, 110 mg; folic acid, 600 mg; Co, 300 mg; Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg; Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg.

² Calculated values.

수를 임의 배치하여 사양 시험을 수행하였다. 시험에 사용된 *Saccharomyces cerevisiae* R100은 15종류의 효모 중 균주내로 철 유입량이 가장 우수한 균주를 선발한 것이며, *Saccharomyces cerevisiae* 2805-a7 TYFHLA-1은 ferritin이 고효율로 발현되는 재조합 효모로서, (주) RNA¹⁾가 보유한 균주를 본 시험에 이용하였다.

3. 조사항목 및 조사방법

1) 증체량, 사료섭취량, 사료효율

체중 측정 은 개시시부터 시험 종료시까지 매주 일정시간에 반복별로 측정하였으며, 증체량은 종료시 체중에서 개시시 체중을 감하여 구하였으며, 사료섭취량은 매주 체중 측정 직전에 반복별로 사료의 잔량을 측정하여 섭취량을 구하였다. 사료효율은 증체량을 사료섭취량으로 나누어서 구하였다.

2) 체 조성

육계의 체 조성은 사양시험 종료 직후, 각 처리구에서 평균체중에 가까운 닭을 반복당 1~2수씩 처리구당 5수를 선발하였다. 시험동물의 경정맥을 절단하여 채혈을 하고, 탈모처리 후 내장을 제거하는 동시에 정강이 고기와 가슴고기를 각각 적출하여 만육기로 분쇄한 것을 분석시료로 하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 등 일반성분은 A.O.A.C (1995) 방법에 따라 분석하였다.

3) 도체 산패도

도체의 산패도는 시료를 칭량하여 test tube에 넣고 thio-basbitusic acid(TBA) 용액을 넣어 centrifuge tube에 담아 2,500 rpm에서 15분간 원심분리를 하고, 그후에 상층액을 cuvette에 옮겨, UV-Spectrophotometer(KONTROM 942, Italy)를 이용해서 530 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) 혈중 및 도체 Cholesterol 함량

혈중 콜레스테롤을 분석하기 위해 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 chole-

sterol 분석에 이용하였다. 도체 콜레스테롤을 분석하기 위해 각 처리구의 다리살 50 g을 취하여 메탄올과 클로로포름 (2:1) 용액 150 ml에서 균질화 시킨 다음 여과시킨 후, 원심 분리하여 윗층의 여액을 제거하고, 하층에 50 ml의 클로로포름을 넣고 다시 균질화시킨 다음 여과하여, 염류용액 (0.88% 염화칼륨) 50 ml를 첨가하여 균질화 시킨 후, 원심 분리 하여, 윗층의 여액을 제거한 다음, 감압농축기를 이용하여 클로로포름을 제거하고 지방의 무게를 측정하였다. 추출된 지방에 클로로포름으로 10 ml를 정확하게 채운 다음 키트(아산제약²⁾)를 이용한 측정법으로 닭 다리살의 콜레스테롤을 측정하였다.

5) 도체 지방산 함량

지방산 조성의 분석을 위해 시료 5 g과 Folch 용액 (chloroform: 2:1, v/v) 100 ml를 혼합하여 마쇄기로 마쇄한 후 질소 충전 진전에 밀봉하여 실온에서 30분간 교반한 다음 Buchner 여과기로 여과하였다. 여과액을 분액여두에 옮기고 증류수 70 ml를 가한 후 서서히 혼합한 다음, 냉장고(5°C)에서 2개의 층이 분리될 때까지 방치한 후, 아래층을 취해서 회전진공농축기(35°C)에서 농축시켰다. 농축액을 시험관에 옮겨 질소가스로 건조시킨 다음 5% sulfuric acid-methanol 3 ml를 가하고 석유 에테르 3 ml로 3회 추출하여 질소가스로 건조시킨 다음, 석유 에테르 100 µg로 녹여서 GC (DS 6200, DONAM)로 분석하였다.

6) 복강내 지방 및 장기무게 측정

Deaton(1974)의 방법에 의하여 처리구별 6수의 개체별로 생체중을 먼저 측정하였으며, 각 장기의 무게와 복부지방의 무게를 측정하기 위하여 공시축의 경정맥을 절단하고 채혈을 하여 탈모처리한 후 내장을 제거하는 동시에 가슴살과 늑골내의 근위, 장, 총 배설강 및 복부 근육 주위에 둘러 쌓여 있는 지방을 적출하여 복강 지방의 무게를 측정하고, 소낭, 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, Institute, 1995)을 이용하여 분산분석을 실시하였고 처리간 유의성 검

1) 319 College of Industry, Kyung Hee University, Suwon, Geonggi-do 449-701, South Korea.

2) 아산제약(주), 경기도 화성군 동탄면 영천리 73.

정은 Duncan의 다중검정을 5% 수준에서 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 증체량, 사료섭취량, 사료효율

본 시험에서의 증체량, 사료섭취량 및 사료효율은 Table 2에 나타내었다. 전 시험기간동안 다른 처리구에 비해 대조구(FE-80)가 낮은 증체를 보였으며, YM-160 처리가 가장 높게 나타났(P < 0.05). 사료 섭취량 역시 YM-160 처리구가 가장 높게 나타났으며, 대조구(FE-80)가 가장 낮게 나타났(P < 0.05). 사료효율은 항생제 첨가구와 YM 처리구 모두 가장 높은 수치를 보였으나 통계적 유의차를 보이지 않았다. 이러한 결과로 볼 때, 효모로부터 생산된 생리활성물질 등은 가축의 기호성, 생산성 및 소화율을 개선시키고(Rose, 1987), 단위 동물의 사료에 yeast culture를 첨가하였을 때 사료 효율을 개선한다는 보고(Chapple, 1981)들과 일치하는 것으로 판단된다.

2. 체 조성

본 시험에서 체조성을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다. 수분 함량은 항생제 처리구가 YM 및 YF 처리구에 비해 높은 함량을 보였으나, 각 처리구별 통계적 유의차를 보이지 않았다. 조지방 함량은 FE-160 처리구가 가장 높은 함량을 보였으며, 조단백질 함량은 YM과 YF 처리구가 높은 함량을 보였다. 조지방 함량은 항생제 첨가구가 가장 높은 함량을 보였고, YM과 YF 처리구는 대조구나 항생제 첨가구보다 낮게 나타났다.

3. 혈중 Cholesterol 및 철(Fe) 함량

본 시험에서의 혈중 cholesterol 함량과 Fe함량 분석 결과는 Table 4에 나타내었다. 혈중 cholesterol 함량은 대조구(FE-80)보다 YM과 YF 처리구에서 높게 나타났다. 특히 항생제구(FE-80+A)와 YM-160 처리구에서 높은 수치를 보였을 뿐만 아니라 통계적 유의차도 나타났다(P < 0.05). Cunnane and Mcadoo (1987)는 흰쥐를 대상으로 27 ppm과 237 ppm의 철분을 공급하였을 때, 철분함량이 높은 섭취군이 정상철분

Table 2. Effects of organic iron supplementation on growth performance of broiler chicks

Treatments	FE (mg/kg)			YM (mg/kg)		YF (mg/kg)	
	80	80+A	160	80	160	80	160
Weight gain (g)	1,888 ^b	2,061 ^{ab}	1,966 ^{ab}	2,066 ^{ab}	2,148 ^a	1,981 ^{ab}	2,033 ^{ab}
Feed intake (g)	3,243 ^b	3,490 ^{ab}	3,408 ^{ab}	3,538 ^{ab}	3,685 ^a	3,465 ^{ab}	3,633 ^a
Feed efficiency	0.58	0.59	0.58	0.59	0.59	0.57	0.56

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different (P < 0.05).

FE; FeSO₄ · 7H₂O, YM; yeast mutant, YF; ferritin containing yeast.

A; Chlorotetracycline 0.05%.

Table 3. Effects of antibiotics and organic iron supplementation on the carcass composition of broiler chicks (%)

Carcass composition	FE (mg/kg)			YM (mg/kg)		YF (mg/kg)	
	80	80+A	160	80	160	80	160
Moisture	71.38	72.06	71.58	71.49	71.91	71.56	71.60
Crude ash	1.29	1.57	1.67	1.42	1.24	1.59	1.64
Crude protein	11.52 ^b	11.12 ^c	13.61 ^a	13.63 ^a	13.26 ^{ab}	13.59 ^a	13.57 ^a
Ether extract	15.06	15.22	13.06	13.16	12.88	13.23	12.57

^{ac} Means with different superscripts within the same row are significantly different (P < 0.05).

FE; FeSO₄ · 7H₂O, YM; yeast mutant, YF; ferritin containing yeast.

A; Chlorotetracycline 0.05%.

섭취군에 비해 혈중 콜레스테롤과 중성지방, 적혈구 콜레스테롤과 인지질 함량이 유의적으로 높았으며, 전예숙과 승정자(1996)는 혈청 총 콜레스테롤 수준은 철분 섭취수준 증가에 따라 유의적으로 높았다고 보고하였으며, Dabbagh et al.(1994)도 쥐에게 철분을 보충시켰을 때 혈중 콜레스테롤 농도가 유의하게 증가하였다고 하여서 본 시험의 결과와 유사한 경향을 보였다.

혈중 철 함량은 YF-160 처리구가 가장 높았으며, YM 처리구가 대조구(Fe-80)에 비해 낮은 수치를 나타내어 통계적 유의차를 보였다($P < 0.05$). 전예숙과 승정자(1996)는 혈청내 철분 함량은 철분의 섭취수준에 따라 유의적인 차이를 보였다고 하였으며, Granink(1946)은 간장 비장에서의 철분저장 단백질인 페리틴이 소장에서도 존재하며, 이것이 철의 흡수에 관여한다고 보고한 바 있어, 본 시험에서의 페리틴이 다량 첨가된 YF-160 처리구가 다른 처리구보다 혈중 철(Fe) 함량이 가장 높게 나타나 전예숙과 승정자(1996), Granink(1946)의 보고들과 유사한 결과를 보였다.

4. 도체 Cholesterol 함량 및 산패도

본 시험에서의 도체 cholesterol 함량 및 산패도를 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 도체 cholesterol은 대조구(Fe-80)에서 가장 높은 수치를 보였으며, YM과 YF 처리구

에서는 대조구에 비해 낮게 나타났으나, 통계적 유의차를 보이지 않았다. 산패도는 대조구가 가장 높게 나타났으며, YM-80 처리구가 가장 낮게 나타나 통계적 유의차를 보였다($P < 0.05$). 본 시험에서의 철(Fe)과 철단백질을 첨가한 처리구에서 대조구에 비해 산패도가 낮은 것은 유기철을 첨가한 처리구의 체지방 함량이 낮은 것에 기인된 것으로 판단된다. 또한 효모(yeast)의 첨가수준이 증가함에 따라 산패도가 증가하는 경향을 보였다.

5. 도체 지방산 함량

본 시험에서의 도체 지방산 함량은 Table 6에 나타내었다. 각 처리구별 도체 지방산은 palmitic acid(C16:0), oleic acid(C18:1n9) 및 linoleic acid(C18:2n6)의 함량이 높게 나타났다. Whitehead(1986)는 닭의 체내 지방산은 주로 palmitic acid와 oleic acid의 함량이 높다고 보고하여 본 시험의 결과와 유사하였다. 포화지방산의 비율은 대조구에 비해 YM 및 YF 처리구가 높게 나타났으며, YF-80 처리구가 가장 높은 비율을 나타냈다. 그리고 불포화지방산의 비율은 YM-160 처리구에서 가장 높게 나타났다. 본 시험에서의 철(Fe)과 철단백질을 첨가한 처리구는 대조구에 비해 palmitic acid(C16:0)의 함량이 높게 나타났으며, 통계적 유의성도 있었다($P < 0.05$).

Table 4. Effects of organic iron supplementation on plasma cholesterol and Fe in broiler chicks (mg/dl)

Items	FE (mg/kg)			YM (mg/kg)		YF (mg/kg)	
	80	80+A	160	80	160	80	160
Cholesterol	103 ^c	130 ^a	118 ^{abc}	127 ^a	130 ^a	107 ^{bc}	125 ^{ab}
Fe	1.19 ^{ab}	1.14 ^{ab}	1.38 ^{ab}	0.96 ^b	0.93 ^b	1.15 ^{ab}	1.52 ^a

^{a-c} Means with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

FE; FeSO₄ · 7H₂O, YM; yeast mutant, YF; ferritin containing yeast.

A; Chlorotetracycline 0.05%.

Table 5. Effects of organic iron supplementation on meat cholesterol and TBA in broiler chicks (mg/g)

Items	FE (mg/kg)			YM (mg/kg)		YF (mg/kg)	
	80	80+A	160	80	160	80	160
Cholesterol	0.92	0.88	0.86	0.85	0.88	0.90	0.85
TBA	0.35 ^a	0.22 ^{bc}	0.22 ^{bc}	0.17 ^c	0.28 ^{ab}	0.22 ^{bc}	0.34 ^a

^{a-c} Means with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

FE; FeSO₄ · 7H₂O, YM; yeast mutant, YF; ferritin containing yeast.

A; Chlorotetracycline 0.05%.

Table 6. Effects of organic iron supplementation on fatty acid in broiler chicks (%)

Fatty acid	FE (mg/kg)			YM (mg/kg)		YF (mg/kg)	
	80	80+A	160	80	160	80	160
C14 : 0	1.17 ^{abc}	1.33 ^{abc}	1.38 ^{abc}	1.61 ^a	1.57 ^{ab}	0.97 ^{bc}	0.89 ^c
C16 : 0	17.37 ^{ab}	17.88 ^{ab}	16.59 ^b	20.65 ^a	18.93 ^{ab}	16.56 ^b	20.60 ^a
C16 : 107	4.70 ^a	4.40 ^a	4.16 ^{ab}	2.22 ^b	4.02 ^{ab}	3.97 ^{ab}	3.19 ^{ab}
C18 : 0	5.77 ^{ab}	6.01 ^{ab}	6.33 ^a	4.48 ^b	6.01 ^{ab}	5.34 ^{ab}	4.63 ^b
C18 : 109	29.11	27.82	26.74	23.89	25.96	27.62	29.64
C18 : 206	34.22 ^{bc}	35.12 ^{abc}	36.86 ^{ab}	31.97 ^c	36.36 ^{abc}	39.02 ^a	35.43 ^{abc}
C18 : 306	2.67	2.62	2.61	2.15	2.23	2.64	2.39
C18 : 303	0.04 ^b	0.22 ^b	0.36 ^b	0.95 ^a	0.31 ^b	0.29 ^b	0.25 ^b
C20 : 109	2.66	2.82	3.19	2.97	3.00	2.30	1.95
C20 : 206	0.17 ^{ab}	0.10 ^{ab}	0.10 ^{ab}	0.22 ^a	0.20 ^{ab}	0.01 ^b	0.04 ^{ab}
C20 : 406	0.50	0.61	0.65	0.54	0.53	0.50	0.38
C20 : 503	0.91 ^a	0.51 ^{ab}	0.49 ^{ab}	0.46 ^{ab}	0.44 ^{ab}	0.34 ^b	0.30 ^b
C22 : 406	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
C22 : 503	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C22 : 603	0.54 ^a	0.57 ^a	0.54 ^a	0.45 ^{ab}	0.45 ^{ab}	0.37 ^{ab}	0.31 ^b
SFA ¹	24.31	25.22	24.30	26.74	26.50	22.88	26.11
USFA ²	75.69	74.78	75.70	73.26	73.50	77.12	73.89
USFA/SFA	3.11	2.97	3.12	2.74	2.77	3.37	2.83

¹ Saturated fatty acids, ² Unsaturated fatty acids.

^{ab} Means with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

FE; FeSO₄ · 7H₂O, YM; yeast mutant, YF; ferritin containing yeast.

A; Chlorotetracycline 0.05%.

6. 도체 광물질 함량

본 시험에서의 도체 광물질 함량은 Table 7에 나타내었다.

철(Fe) 함량은 대조구(FE-80)가 가장 낮았으며, YM과 YF를 처리구에서 높게 나타냈다. YM과 YF를 처리구중 YF-160 처

Table 7. Effects of organic iron supplementation on Fe and mineral in broiler chicks

Items	FE (mg/kg)			YM (mg/kg)		YF (mg/kg)	
	80	80+A	160	80	160	80	160
Fe (ppm)	15.17 ^d	29.64 ^c	34.73 ^{bc}	44.60 ^{ab}	34.18 ^{bc}	42.35 ^{ab}	48.94 ^a
Cd (ppm)	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03
As (ppm)	0.05 ^a	0.07 ^{bc}	0.07 ^{bc}	0.09 ^{ab}	0.08 ^{ab}	0.08 ^{ab}	0.10 ^a

^{ac} Means with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

FE; FeSO₄ · 7H₂O, YM; yeast mutant, YF; ferritin containing yeast.

A; Chlorotetracycline 0.05%.

리구에서 가장 높게 나타나 통계적 유의차를 보였다($P < 0.05$). 카드뮴(Cd) 함량은 YM과 YF 처리구가 대조구(FE-80) 비해 높게 나타났으나 통계적 유의차는 보이지 않았으며, 비소(As) 함량은 YF-160 처리구가 가장 높은 함량을 보였다.

7. 복강 지방 및 장기무게 측정

시험육계의 소낭, 심장, 간, 근위, 췌장, 맹장, 신장 및 복강내 지방의 무게를 생체중에 대한 백분율로 계산한 결과를 Table 8에 나타내었다. 생체중에 대한 장기의 비율은 YM과 YF 처리구가 대조구(FE-80)보다 낮은 경향을 보였으며, 심장과 근위 및 복강내 지방 비율은 대조구(FE-80)보다 높게 나타났으나, 통계적 유의차를 보이지 않았다. 복강내 지방 축적률은 대조구에 비해 YM과 YF를 첨가한 처리구가 높게 나타났으며, 특히 YM-160 처리구가 가장 높게 나타났다($P < 0.05$). 본 시험의 결과는 Leestra et al.(1986)의 복강지방 축적 비율과 체중간에 표현형 상관은 일반적으로 정(+)의 상관관계에 있다는 보고와 일치한다.

적 요

본 연구의 목적은 유기철이 첨가된 사료를 육계에 적용하

여 생산성과 계육에 미치는 영향을 평가하고자 실시하였다. 사양시험은 Ross broiler 168수를 공시하였으며, 시험사료는 NRC(1994)의 육계 영양소 요구량에 맞추어 기초사료를 배합하고, 황산 제1철($FeSO_4 \cdot 7H_2O$: FE)을 사용하여 사양표준 권장양인 Fe 80 mg/kg을 첨가한 대조구(FE-80), ① 대조구에 항생제(CTC 0.05%)를 첨가한 항생제 처리구, ② (FE-80+A), Fe 160 mg/kg 처리구, ③ (FE-160), *Saccharomyces cerevisiae* R100 (yeast mutant; YM, 철 함량 200 mg/kg)을 대조구의 철 함량 기준으로 80 mg/kg 첨가한 처리구, ④ (YM-80), Fe 160 mg/kg 처리구, ⑤ (YM-160), *Saccharomyces cerevisiae* 2805-a7 TYFHLA-1(ferritin containing yeast; YF, 철 함량 500 mg/kg)을 대조구의 철 함량 기준으로 80 mg/kg 처리구, ⑥ (YF-80) 및 Fe 160 mg/kg 처리구, ⑦ (YF-160)로 7처리 4반복으로 반복당 6수씩 총 168수를 임의 배치하여 6주간 사양 시험을 수행한 결과, 처리구별 증체량은 대조구(FE-80)에 비해 YM-160 처리구가 유의하게 높게 나타났다($P < 0.05$). 혈중 cholesterol 함량은 대조구(FE-80)와 비교하여 YM과 YF 처리구에서 유의적으로 높게 나타났다 ($P < 0.05$). 혈중 철 함량은 YF-160 처리구가 가장 높았으며, YM 처리구가 대조구(FE-80)에 비해 유의하게 낮게 나타났다($P < 0.05$). 도체 cholesterol은 대조구(FE-80)에서 가장 높게 나타났으며, YM과 YF 처리구에서 낮게 나타났으나, 처리구간에 유의한 차

Table 8. Effects of organic iron supplementation on development of intestinal organs in broiler chicks (%)

Items	FE (mg/kg)			YM (mg/kg)		YF (mg/kg)	
	80	80+A	160	80	160	80	160
Crop wt./live wt.	0.52 ^b	0.73 ^a	0.44 ^b	0.51 ^b	0.37 ^b	0.40 ^b	0.40 ^b
Heart wt./live wt.	0.45 ^b	0.71 ^a	0.55 ^b	0.52 ^b	0.45 ^b	0.51 ^b	0.48 ^b
Liver wt./live wt.	2.11	2.17	1.87	2.22	2.07	1.74	1.94
Gizzard wt./live wt.	2.21	2.62	2.26	2.29	2.26	2.36	2.59
Pancreas wt./live wt.	0.84 ^b	1.01 ^a	0.85 ^b	0.73 ^b	0.73 ^b	0.76 ^b	0.85 ^b
Cecum wt./live wt.	0.81 ^{ab}	1.05 ^a	0.82 ^{ab}	0.89 ^{ab}	0.77 ^b	0.81 ^{ab}	0.77 ^b
Kidney wt./live wt.	0.13 ^b	0.35 ^a	0.13 ^b	0.12 ^b	0.12 ^b	0.12 ^b	0.12 ^b
S · Intestine wt./live wt.	2.12 ^{abc}	2.61 ^{ab}	2.24 ^{abc}	2.66 ^a	2.07 ^{bc}	1.91 ^c	1.96 ^c
L · Intestine wt./live wt.	0.19 ^b	0.45 ^a	0.24 ^b	0.18 ^b	0.22 ^b	0.19 ^b	0.16 ^b
Abdominal fat pad wt./live wt.	1.35	1.80	1.77	1.41	2.02	1.48	1.82

^{a-c} Means with different superscripts within the same row are significantly different ($P < 0.05$).

FE; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, YM; yeast mutant, YF; ferritin containing yeast.

A; Chlorotetracycline 0.05%.

이는 없었다. 산패도는 대조구(FE-80)가 가장 높게 나타났으며, YM-80 처리구가 가장 낮게 나타나 유의차를 보였다($P < 0.05$). 지방산 함량은 포화지방산의 비율이 대조구에 비해 YM 및 YF 처리구들이 높게 나타났으며, 이들 처리구들 중에서 YF-80 처리구가 가장 높은 비율을 나타냈다. 한편 불포화지방산의 비율은 YM-160 처리구가 가장 높았다. 도체의 철(Fe) 함량은 대조구(FE-80)가 가장 낮았으며, YM과 YF 처리구들에서 높게 나타났다. YM과 YF의 처리구들 중 YF-160 처리구에서 유의하게 가장 높게 나타났었다($P < 0.05$). 결론적으로 유기철을 육계사료에 첨가하는 경우, 육계의 생산성 향상과 더불어 철분강화 계육의 생산이 가능할 것으로 기대되며, 향후 이 분야에 심도있는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

(색인 : 육용계, 철, 페리틴, 효모, 사양시험, 지방산)

인용문헌

- AOAC 1995 Official methods of analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- 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.
- Chapple RP 1981 Effect of calcium phosphorus levels and live yeast culture on phosphorus utilization of growing finishing swine. MS Thesis, University of Missouri, Columbia, Mo.
- Cunnane SC, Mcadoo KR 1987 Iron intake influences essential fatty acid lipid composition of rat plasma and erythrocytes. J Nutr 117:1514.
- Dabbagh NJ, Mannion T, Lynch SM, Frei B 1994 The effects of iron overload on rat plasma and liver oxidant status *in vivo*. Biochem J 300, 799.
- Deaton JW, Kubena LF, Chen TC, Reece FN 1974 Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 2. Cage versus floor rearing. Poultry Sci 53:574.
- Finch CA, Hueber HA 1986 Iron metabolism. Clin Physiol Biochem 4:5-10.
- Ford GC, Harrison PM, Rice DW, Smithi JMA, Treffry A, White JL, Yariv J 1984 Philos Trans Royal Soc London 304B, 551.
- Leestra FR, Vereijken FG, Pit R 1986 Fat deposition in a broiler sire strain. 1. Phenotypic and genetic variation in, and correlations between, abdominal fat, body weight, and feed conversion. Poultry Sci 65:1225-1235.
- Linder MC, Munro HN 1975 Protein of Iron storage and Transport in Biochem and Medicine : 395. North-Holland, Amsterdam.
- Pollack S, Campana T, Arcario A 1972 J Lab Clin Med 80, 32.
- Rose AH 1987 Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. 113-115.
- SAS 1995 SAS User's Guide Statistics. Statisticcal Analysis System. Inst.
- Whitehead CC 1986 Nutritional factors influence fat in poultry. Feedstuff Jan 20:31.
- 김범수 1998 꿀벌부채명나방 (*Galleria mellonella*) ferritin의 특성 및 DNA cloning. 고려대학교 박사논문 10:9-10.
- 박진희 강권규 강희완 노일섭 1997 Cloning and expression of a ferritin gene in lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeding. 한국원예학회 논문발표요지 15:3-3.
- 전예숙 승정자 1996 철분과 셀레늄의 섭취수준이 흰쥐의 혈액과 간장의 지질 수준에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 25(4):568-574.
- 채범석 강은주 이혜숙 한정호 1981 한국인 빈혈 빈도에 관한 연구. 한국영양학회지 14(4):182-189.