

유기태 철과 효모 철의 첨가가 산란계의 생산성 및 난 성분에 미치는 영향

나상준¹ · 우간바야르¹ · 오종일¹ · 신인수² · 정대균³ · 김해영⁴ · 양철주^{1*}

¹순천대학교 동물자원학과, ²미국대두협회, ³(주) RNA, ⁴경희대학교 생명과학부

Effects of Dietary Fe Sources on Productivity and Egg Composition in Laying Hens

S. J. Na¹, D. Uuganbayar¹, J. I. Oh¹, I. S. Sin², D. K. Jung³, H. Y. Kim⁴ and C. J. Yang^{1*}

¹Department of Animal Resource & Science, Suncheon National University, ²American Soybean Association,

³RNA, ⁴Life Science, Kyunghee University

ABSTRACT This study was carried out to investigate the effects of *Saccharomyces cerevisiae* (wild yeast mutant), *Saccharomyces cerevisiae* hFeHLC (ferritin containing yeast) and chelated Fe diets on the productivity and egg quality of laying hens. A total of 245 "Brown Tetra" layers 35 weeks aged was randomly allotted to seven dietary treatments : 1) control diet no iron added, 2) diet supplemented 0.1% wild yeast mutant (YM03), 3) diet supplemented 1.0% wild yeast mutant (YM03), 4) diet supplemented 0.1% ferritin with yeast (YF04), 5) diet supplemented 1.0% ferritin with yeast (YF04), 6) diet supplemented 0.01% chelated Fe and 7) diet supplemented 0.1% chelated Fe. The egg production rate was significantly increased in layers fed Fe supplemented diets ($P<0.05$). Egg weight was significantly reduced in layers fed 0.1% chelated Fe diet ($P<0.05$). Fe content of egg yolk was significantly increased in 1.0% YF04 and 0.1% chelated Fe treatments ($P<0.05$). There were no significant differences in shape index, albumin index and yolk index of eggs of layers fed diets Fe supplementation ($P>0.05$). The haugh unit of eggs was significantly increased in layers fed YM03, YF04 and chelated Fe supplemented diets ($P<0.05$). TBA value of egg was significantly increased in different iron Fe treatments except of 0.1% YM03 ($P<0.05$). The yolk color of eggs was significantly increased in 1.0% YF04 diet ($P<0.05$).

(Key Words: Fe, ferritin, laying hens, egg production, TBA value, egg mass)

서 론

철은 지구 표면에 다량 존재하는 무기질로 생물학적으로 대단히 유용하고 상세하게 연구되어진 영양소 중 하나이다 (Lauffer, 1992). 인체에서 철은 hemes, cytochromes, 철 함유 효소의 구성성분 또는 효소의 촉매인자 등으로 산소 운반 및 에너지 대사에 필수적이며 (Groff 등, 1999), 철분의 섭취는 성장기 어린이들에게 두뇌 발달, 성장, 활동성 등에 중요한 영향을 미치게 된다 (Hallberg, 1981; Hallberg 등, 1992). 이러한 철분 결핍과 이로 인한 빈혈은 아직도 전 세계적으로 공통적인 영양장애 중 하나로 꼽을 수 있다.

지금까지 철분에 대한 연구는 대부분 성장기 아동 및 여성을 대상으로, 주로 철분 결핍의 영향 및 철분 보충의 방법

과 그 효과에 대한 연구들이 주를 이루었다 (Kirk 등, 2001; Sareen 등, 2003). 그러나 선진국을 비롯하여 우리나라에서도 식생활의 서구화로 인해 체내 이용률이 높은 heme 철분의 섭취량이 높아졌고 특히 노인 계층에서는 철분 영양보충제의 복용 사례가 증가하고 있다 (Jung과 Sung, 1996).

우유와 같이 영양학적으로 완전한 식품인 경우에도 철분의 양은 극히 적어서 철분 강화에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다 (Demott, 1971; Platt 등, 1987). 철분 강화에 대한 연구에서 가장 크게 대두된 문제점은 철분의 화학적 특성으로 인한 제품의 품질 저하이다. 또한, 철분은 전이 금속으로서 ferrous와 ferric 상태로 전환되면서 식품에 첨가할 경우 지방 산화를 촉진하여 색의 변화와 이취를 유발할 뿐만 아니라 인체에 해로운 성분들을 생성할 수 있다 (Kim, 1999).

* To whom correspondence should be addressed : yangcj@sunchon.ac.kr

본 연구에서는 효모를 이용하여 비 heme성 단백질 물질인 ferritin을 대량 생산하고 동물체내에서 Fe의 흡수율이 높은 철분 강화 사료와 축산물을 생산하여 어린이, 노약자 및 여성들에게 많이 발생하는 영양성 빈혈증(nutritional anemia)을 예방하는데 활용하고자 한다.

따라서, 본 연구는 철분 강화 성분이 첨가된 사료를 산란계 사료에 첨가하여 산란율, 난중, 사료 섭취량, 사료 요구율, 난각 두께, 난황 색도, 난 형태, 난백색, 난황, 호유닛, 관능검사 및 산패도를 조사하고 철분이 첨가된 사료를 통해 철분이 강화된 기능성 계란을 생산하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 공시동물

공시동물은 35주령 갈색 테트라 산란계 245수를 공시하였다. 공시된 산란계는 2수용 3단 철제 cage에서 사육하였으며 시험 사료 및 물은 자유 채식토록 하였으며 접등 및 기타 사양관리는 시험농장의 일반 관행을 따랐다.

2. 시험 설계 및 시험사료

본 시험은 2004년 2월 11일부터 4월 14일까지 9주간 사양 시험을 실시하였으며, 시험에 사용한 기초사료는 일반사료로 사료배합율표와 영양소 함량은 Table 1에 나타내었다. (주) RNA에서 개발한 효모 제품 YM03™은 생균수가 10^{10} cfu/kg이고 철분 함량은 200 mg/kg이다. 효모 제품 YM04™은 생균수가 10^{10} cfu/kg이고 철분 함량은 500 mg/kg이다. 시판 chelated Fe은 철분 함량이 5%인 일반제품을 이용하였다. 본 시험에서는 기초사료에 *Saccharomyces cerevisiae*(mutant type)를 이용한 효모 제품 (YM03™) 0.1% 처리구 (10^7 cfu/kg, Fe 0.2 mg/kg), 1.0% 처리구(10^8 cfu/kg, Fe 2 mg/kg), *Saccharomyces cerevisiae* hFeHLC(ferritin containing yeast)를 이용한 효모 제품 (YF04™) 0.1% 처리구 (10^7 cfu/kg, Fe 0.5 mg/kg), 1.0% 처리구 (10^8 cfu/kg, Fe 5 mg/kg), 시판 B사의 chelated Fe 0.01% 처리구 (Fe 5 mg/kg), chelated Fe 0.1% (50 mg/kg) 처리구로 총 7처리 5반복 반복당 7수씩 임의배치하여 사양시험을 실시하였다.

3. 조사항목 및 조사방법

1) 산란율

산란율은 시험기간 중 생산된 총 산란수를 공시수로 나누

Table 1. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	%
Corn grain	63.01
Soybean meal	19.35
Corn gluten meal	3.50
Fish meal	1.25
Animal fat	1.85
Salt	0.20
Tricolcium phosphate	1.58
Limestone	8.65
DL-Methionine	0.21
L-Lysine	0.06
Cholin chloride	0.10
Vit.-min. mix. ¹⁾	0.24
Chemical composition ²⁾	
ME (kcal/kg)	2782.86
Crude protein (%)	16.36
Lysine (%)	0.79
Methionine (%)	0.39
Ca (%)	3.89
Avail. phosphorus (%)	0.38

¹⁾ Vit-min mix. provided following nutrients per kg of diet : Vit. A, 9,000,000 IU; Vit. D₃, 2,100,000 IU; Vit. E, 15,000 IU; Vit. K, 2,000mg; Vit. B₁, 1,500mg; Vit. B₂, 4,000mg; Vit. B₆, 3,000mg; Vit. B₁₂, 15mg.; Pan-Acid-Ca, 8500mg; Niacin, 20,000mg; Biotin, 110mg; Folic-acid, 600mg; Co, 300mg; Cu, 3,500mg; Mn, 55,000mg; Zn, 40,000mg; I, 600mg; Se, 130mg.

²⁾ Calculated value.

어 백분율로 환산하였다.

2) 난중

난중은 매일 오후 4시에 집란 후 칭량, 반복별로 총 난중을 총 산란수로 나누어 평균 난중을 구하였다.

3) 산란량

산란량은 산란율에 난중을 곱하여 계산하였다.

4) 사료섭취량 및 사료 요구율

시험기간중 매 1주 간격으로 사료 섭취량을 칭량하여 1일 1수당 사료 섭취량을 계산하였으며, 시험기간중 총 사료 섭취량을 총 산란량으로 나누어 사료요구율을 계산하였다.

5) 난각 두께

난각의 두께는 시험기간 중 1주 간격으로 집란, 난의 둔단부, 예단부 및 중앙부 세 지점을 측정하여 그 평균치를 사용하였다.

6) 난황 색도

난황의 표면을 Chroma meter(Minolta, CR-210, Japan)를 사용하여 백색도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b값을 측정하였다. 이 때의 표준색은 L값이 97.10, a값이 -0.17 및 b값이 1.99인 백색 표준판을 사용하였다.

7) 난형태, 난백색, 난황지수, 호유닛

난백색은 Technical services and supplies(TSS, England)로 측정하였다. 난백색은 TSS의 scanner로 간편하게 측정할 수 있는데, 주로 난의 옆부분 중 비교적 색이 고른 부분에서 측정하였다. 난 형태는 난황의 끝으로부터 대략 1 cm밖의 난백이 수평인 부분을 다리가 세 개인 난백측정기를 가지고 가볍게 눌러서 바닥에 닿으면 컴퓨터로 연결된 센서가 난 형태를 HU까지 기록하였다.

8) 난황내 철분 함량

계란내 철분 함량은 Atomic Absorption Spectrophotometer(AA-6200, Korean)로 측정하였다. 시료액 조제는 시료 50 g 정도를 크루시블에 취하고 100℃에서 건조한 후 600℃에서 회백색이 될 때까지 태운 후 방냉하고 염산(1:1) 20 mL를 가하여 하룻밤 방치 용해시킨 후 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).

9) 산패도(TBA)

산패도는 2M phosphoric acid와 20% trichloroacetic acid를 solution으로 하여 50 mL에 분석시료 20 g을 섞고, 추출한 혼합물에 대한 슬러리는 40 mL DW로 희석하고 흔들어서 균

질화하고 그 중 50 mL는 No. 1 여과지로 여과한 다음, 여과액 5 mL는 시험튜브로 옮기고 2-thiobarbituric acid(DW안에 0.005M) 5 mL를 첨가한다. 튜브를 장치하고, 그 혼합물은 전도에 의해 혼합되고, 암실에서 15시간 동안 실내온도를 유지한다. VIS-Spectrophotometer(Model 20D⁺, Milton Roy, USA)을 이용하여 결과색을 spectronic -20D⁺으로 530 nm에서 흡광도를 측정하였다(Vernon 등, 1970).

10) 관능검사

관능검사는 광해수(1992)의 방법에 의해서 실시하였으며, 관능검사의 시료는 마지막 주인 9주째 수집한 계란으로 끓는 물에 20분간 삶았고, 관능검사원은 30명을 선발하여 평가 방법을 설명하고 1에서 5점까지의 점수(1: 매우 나쁘다, 2: 나쁘다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 매우 좋다)인 5점 척도법(Stone 등, 1974)으로 외형, 색깔, 다즙성, 연도 및 향 등 종합적인 평가를 실시하였다.

11) 통계처리

본 시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS statical Package Program(SAS, 1995)에 의하여 분산분석을 실시하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 산란율, 난중, 산란량, 사료섭취량, 사료요구율 및 난각 두께

유기태철과 효모철의 첨가에 따른 산란율은 Table 2에 나타내었다. 평균 산란율은 chelated Fe과 YF04 처리구가 YM03 처리구에 비해서 높은 경향을 보였다. YF04 1.0% 처리구의 평균 산란율이 97.09%로 가장 높게 나타났으며, 대조구는 90.66%로 가장 낮은 산란율을 보였다($P<0.05$). 산란율은 YF04 1.0% 처리구가 대조구보다 높은 산란율을 보였는데, 이는 유종석과 백인기(1990)이 활성효모 첨가로 산란율이 개선되었다는 보고와 유사한 결과를 보였다.

난중은 대조구보다 chelated Fe, 유기태 철 및 효모 철 처리구들이 낮은 경향을 보였다. YM03 0.1% 및 1.0% 처리구가 59.77 g 및 59.69 g으로 가장 높았고, chelated Fe 0.1% 처리구가 56.87 g으로 가장 낮았다($P<0.05$). 이러한 결과는 산란계에 효모 배양물 급여시 난중이 증가하였다는 이을연 등 (1995)의 보고와는 차이가 있었다. 한편 주령별 난중을 보면 주령이 높

Table 2. Effect of dietary Fe sources on egg production, egg weight, egg mass, feed intake, feed conversion and egg shell thickness in the layer

Traits	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
		0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Egg production (%)	90.66 ^b	96.36 ^a	95.52 ^a	95.56 ^a	97.09 ^a	96.61 ^a	95.89 ^a
Egg weight (g)	59.18 ^a	59.77 ^a	59.69 ^a	58.67 ^{ab}	58.81 ^{ab}	58.63 ^{ab}	56.87 ^b
Egg mass	52.11 ^b	57.88 ^a	56.18 ^a	56.60 ^a	56.83 ^a	57.23 ^a	56.26 ^a
Feed intake (g)	119.40 ^b	121.83 ^{ab}	130.00 ^a	125.83 ^{ab}	127.67 ^{ab}	121.83 ^{ab}	126.33 ^{ab}
Feed conversion	2.09	2.03	2.21	2.13	2.18	2.06	2.16
Egg shell thickness (μm)	348.5	349.7	352.0	351.1	348.7	348.2	350.6

^{ab} Mean with different superscripts in the same rows are significant different ($P < 0.05$).

아짐에 따라 전체적으로 난중이 감소하는 경향을 보였다.

산란량은 YM03 0.1% 처리구가 57.88 g으로 높은 산란량을 보였고 대조구가 52.11 g으로 가장 낮은 산란량을 보였다 ($P < 0.05$). 이러한 결과는 효모 배양물의 급여로 산란량이 증가하였다는 이을연 등(1995)의 보고와 유사한 결과를 보였는데, 산란량의 개선효과가 첨가 수준에 비례하여 나타나지는 않았다. 따라서 유기태 철과 효모 철의 급여는 산란계의 산란량을 증가시키는 효과는 기대할 수 있으나 그 효과가 급여 수준에 비례하지는 않은 것으로 판단되었다.

사료 섭취량은 효모 철이나 유기태 철 처리구가 대조구보다 대체적으로 높은 경향을 보였는데, YM03 1.0% 처리구가 130.00 g으로 가장 높은 섭취량을 보였고 대조구는 119.40 g으로 가장 낮은 섭취량을 보였다($P < 0.05$). 이는 효모 배양물을 사료에 첨가했을 때 기호성 증진제로서 작용을 하여 사료섭취량에 영향을 미친다고 보고(Peppler, 1982; Cantor 등, 1983; Hughes, 1987)와 유사한 경향을 보인 것이다.

사료 요구율은 YM03 1.0% 처리구가 2.21으로 가장 높았고, YM03 0.1% 처리구가 2.03으로 가장 낮은 사료 요구율을 보였다($P > 0.05$). 이는 산란계 사료에 활성 효모를 첨가했을

때 사료효율이 개선되었다는 유종석과 백인기(1990)의 결과와는 상반된 결과를 보였다.

난각 두께는 YM03 1.0% 처리구가 352.0 μm 으로 가장 높았고, 대조구는 348.5 μm 및 chelated Fe 0.01% 처리구가 348.2 μm 로 가장 낮은 난각 두께를 보였다($P > 0.05$). 이러한 결과는 효모 배양물의 급여가 계란의 품질에 미치는 영향이 없었다는 보고(McDaniel, 1991; 이을연 등, 1995)와 유사한 경향을 보였다.

2. 난황 색도

유기태 철과 효모 철의 첨가에 따른 난황 색도는 Table 3에 나타나 있다. 색도 측정은 시험개시 후 3주, 5주, 7주째에 각각 채취한 계란으로 백색도 (L), 적색도 (a), 황색도 (b)을 측정된 평균치를 나타낸 것이다. 백색도는 YM03 0.1% 처리구가 50.63으로 가장 높았으며, 대조구는 49.98으로 가장 낮았다($P > 0.05$). 적색도는 대조구가 8.85로 가장 높았으며, chelated Fe 0.01% 처리구가 7.64로 가장 낮았다($P < 0.05$). 황색도는 YM 0.1% 처리구가 62.92로 가장 높았으며, 대조구는 59.22으로 가장 낮았다($P < 0.05$).

Table 3. Effect of dietary different Fe sources on egg yolk color changes

Traits	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)		
		0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1	
Color	L	49.98 \pm 1.44	50.63 \pm 0.72	50.36 \pm 0.59	50.60 \pm 0.78	50.59 \pm 0.90	50.39 \pm 0.80	50.57 \pm 1.24
	a	8.85 ^a \pm 0.41	8.36 ^{ab} \pm 0.36	8.40 ^{ab} \pm 0.27	8.62 ^{ab} \pm 0.42	8.32 ^b \pm 0.38	7.64 ^c \pm 0.31	7.70 ^c \pm 0.26
	b	59.22 ^b \pm 2.34	62.92 ^a \pm 1.59	62.14 ^a \pm 1.59	61.91 ^a \pm 2.29	61.50 ^{ab} \pm 1.67	61.00 ^{ab} \pm 1.89	62.63 ^a \pm 1.57

^{a-c} Mean with different superscripts in the same rows are significant different ($P < 0.05$).

3. 난형태, 난백색, 난황지수 및 호유닛

유기태 철과 효모 철의 첨가에 따른 난 형태, 난백색, 난 황지수는 Table 4에 나타나 있다. 난 형태는 대조구가 77.77로 수치가 가장 높았으며, chelated Fe 0.1% 처리구가 74.03으로 수치가 가장 낮았다($P>0.05$). 난백색은 YF04 1.0% 처리구가 0.49로 가장 높은 반면, YM03 0.1% 처리구는 0.46으로 가장 낮았다($P>0.05$). 난황지수는 YF04 0.1% 처리구와 YF04 1.0% 처리구가 높은 수치를 보였고, 나머지 처리구는 다소 낮은 수치를 보였으나 처리구간의 유의차는 없었다($P>0.05$). 하우 유니트는 YM03 0.1% 처리구가 88.95으로 가장 높았으며, 대조구가 78.94로 가장 낮게 나타났었다($P<0.05$).

4. 난황내 철분 함량

유기태 철과 효모 철의 첨가에 따른 난황 내 철분 함량은

Table 5에 나타나 있다. 난황 내 철분 함량은 chelated Fe 0.1% 처리구가 19.10 mg/kg으로 가장 높았으며, YF04 1.0% 처리구가 철분 17.85 mg/kg으로 그 다음으로 높은 결과를 보였으며, YF04 0.1% 처리구가 13.11 mg/kg으로 가장 낮았고 YM03 0.1% 처리구가 13.33 및 대조구 13.39 mg/kg으로 전체적으로 처리구간에 유의적 차이를 보였다($P<0.05$). 이는 사료내 철분 첨가 수준이 증가할수록 난황내 철분 함량이 증가하는 경향을 보여주는 것이다.

5. 산패도 (TBA)

유기태 철과 효모 철의 첨가에 따른 주령별 계란의 산패도 (TBA)에 대한 결과는 Table 6에 나타나 있다. 산패도 분석 결과 주령이 경과할수록 산패도는 증가하였다. 계란의 1, 2, 3주 평균 산패도는 YM03 1.0% 처리구가 3.98 $\mu\text{mol/g}$ 으로

Table 4. Effects of dietary different Fe sources on egg shape index, albumin index, yolk index and Haugh unit

Traits	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
		0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Shape index	77.77 \pm 1.01	75.05 \pm 0.98	75.62 \pm 1.09	74.06 \pm 0.35	76.24 \pm 0.91	76.21 \pm 0.79	74.03 \pm 0.67
Albumen index	0.47 \pm 0.005	0.46 \pm 0.003	0.47 \pm 0.005	0.47 \pm 0.005	0.49 \pm 0.003	0.48 \pm 0.002	0.48 \pm 0.003
Yolk index	0.10 \pm 0.008	0.10 \pm 0.007	0.10 \pm 0.006	0.11 \pm 0.007	0.11 \pm 0.007	0.10 \pm 0.008	0.10 \pm 0.008
Haugh unit	78.94 \pm 1.28	86.25 \pm 1.10	88.95 \pm 1.60	87.15 \pm 1.28	87.90 \pm 0.91	87.45 \pm 1.02	87.90 \pm 1.09

^{a,b} Mean with different superscripts in the same rows are significant different ($P<0.05$).

Table 5. Effect of dietary different Fe sources on egg yolk Fe in the experiment

(mg/kg)

Traits	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
		0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Fe	13.39 \pm 0.44	13.33 \pm 1.93	17.57 \pm 0.78	13.11 \pm 0.41	17.85 \pm 0.68	12.72 \pm 2.30	19.10 \pm 0.76

^{a,b} Mean with different superscripts in the same rows are significant different ($P<0.05$).

Table 6. Effect of dietary different Fe sources on TBA of the egg

($\mu\text{mol/g}$)

Week	Treat-ments	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
			0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
1		1.80 \pm 0.97	1.94 \pm 0.08	2.01 \pm 0.20	1.77 \pm 0.15	1.64 \pm 0.11	2.07 \pm 0.15	1.86 \pm 0.08
2		2.17 \pm 0.21	2.68 \pm 0.18	3.80 \pm 0.32	3.62 \pm 0.34	2.71 \pm 0.25	3.99 \pm 0.24	2.81 \pm 0.23
3		4.57 \pm 0.37	4.73 \pm 0.26	6.13 \pm 0.29	5.69 \pm 0.25	5.48 \pm 0.22	5.30 \pm 0.16	5.14 \pm 0.14
Mean		2.85 \pm 0.51	3.11 \pm 0.17	3.98 \pm 0.27	3.69 \pm 0.25	3.28 \pm 0.19	3.78 \pm 0.18	3.27 \pm 0.15

^{a-d} Mean with different superscripts in the same rows are significant different ($P<0.05$).

Table 7. Effect of dietary different Fe sources on sensory evaluation of the egg

Traits	Control	YM03 (%)		YF04 (%)		Chelated Fe (%)	
		0.1	1.0	0.1	1.0	0.01	0.1
Appearance	3.31 ±0.17	3.00 ±0.28	3.07 ±0.17	3.29 ±0.24	3.64 ±0.27	3.29 ±0.24	3.36 ±0.23
Color	3.46 ^{abc} ±0.23	3.14 ^{bc} ±0.25	3.57 ^{abc} ±0.21	2.93 ^c ±0.27	4.00 ^a ±0.21	3.43 ^{abc} ±0.25	3.57 ^{abc} ±0.24
Juceciness	3.31 ±0.16	3.07 ±0.20	3.07 ±0.18	3.43 ±0.29	3.50 ±0.27	3.14 ±0.31	33.14 ±0.29
Texture	3.23 ±0.11	3.21 ±0.19	3.29 ±0.21	3.57 ±0.20	3.43 ±0.25	3.36 ±0.25	3.29 ±0.27
Flavor	3.23 ^{ab} ±0.17	2.85 ^b ±0.25	3.00 ^{ab} ±0.25	3.21 ^{ab} ±0.30	3.36 ^{ab} ±0.23	3.57 ^{ab} ±0.23	3.64 ^a ±0.23
Overall cceptability	3.00 ^b ±0.30	2.86 ^b ±0.23	3.29 ^{ab} ±0.30	3.50 ^{ab} ±0.17	4.00 ^a ±0.26	3.21 ^{ab} ±0.28	3.50 ^{ab} ±0.23

^{a-c} Mean with different superscripts in the same rows are significant different ($P<0.05$).

가장 높게 나타난 반면, 대조구는 2.85 $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 낮았다($P<0.05$).

6. 관능 검사

유기태 철과 효모 철의 첨가에 따른 계란의 품질에 대한 관능검사를 실시한 결과는 Table 7에 나타나 있다. 관능검사 결과 외형은 YF04 1.0% 처리구가 3.64로 높게 나타났으며, YM03 0.1% 처리구가 3.00으로 가장 낮은 결과를 보였으나 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$). 색은 YF04 1.0% 처리구가 4.00으로 모든 처리구중 가장 높았으며, YF04 0.1% 처리구는 2.93으로 가장 낮았다($P<0.05$). 다즙성은 YF04 1.0% 처리구가 3.50으로 가장 높게 나타났으며, YM03 0.1%와 YM03 1.0% 처리구가 각각 3.07로 가장 낮았다($P>0.05$). 조직감은 YF04 0.1% 처리구가 3.57로 가장 높게 나타났으며, YM03 0.1% 처리구가 3.21로 가장 낮았다($P>0.05$). 향은 chelated Fe 0.1% 처리구가 3.64로 가장 높게 나타났으며, YM03 0.1% 처리구가 2.85로 가장 낮은 수치를 보였다($P>0.05$). 종합적인 기호도는 YF04 1.0% 처리구가 4.00으로 가장 높았고 YM03 0.1% 처리구가 2.86으로 가장 낮게 나타나 통계적인 유의차가 인정되어 철분의 추가 공급이 계란의 맛과 품질에 긍정적인 효과를 미칠 수 있음을 시사했다($P<0.05$).

35주령 245수를 총 7처리 5반복 반복당 7수씩 임의배치 하여 9주간 사양시험을 실시하였다. 처리구는 1) 대조구, 2) YM03 0.1%, 3) YM03 1.0%, 4) YF04 0.1%, 5) YF04 1.0%, 6) chelated Fe 0.01% 및 7) chelated Fe 0.1%로 나누었다. 산란율은 YF04 1.0% 처리구가 97.09%으로 가장 높았으며, 대조구에 비해 통계적인 유의차를 보였다($P<0.05$). 난중은 chelated Fe 0.1%가 가장 낮게 나타났었다($P<0.05$). 난황내 Fe 함량은 YF04 1.0% 처리구와 chelated Fe 0.1% 처리구가 증가하여 통계적인 차이를 보였다($P<0.05$). 난형태, 난백색, 난황지수는 철 처리구들이 대조구에 비해 감소하는 경향을 보였으나 통계적인 유의차는 보이지 않았다 ($P>0.05$). 그러나 호유닛은 YM03 처리구, YF04 처리구 및 chelated Fe 처리구에서 증가하여 유의차를 보였다 ($P<0.05$). 산패도 (TBA)은 YM03 1.0% 처리구가 3.98로 가장 높았으며 대조구가 2.85으로 가장 낮았다($P<0.05$). 관능검사 결과 외형은 YF04 1.0% 처리구가 3.64으로 높게 나타났으며 YM03 0.1% 처리구가 3.00으로 가장 낮았다($P>0.05$). 색은 YF04 1.0% 처리구가 4.00으로 높았으며 YF04 0.1% 처리구는 2.93으로 가장 낮았다($P<0.05$). 다즙성은 YF04 1.0% 처리구가 3.50으로 가장 높게 나타났으며 YM03 0.1%와 YM03 1.0% 처리구가 각각 3.07로 낮았다 ($P>0.05$).

인용문헌

- Cantor AH, Johnson TH, Hussein AS 1983 Effects of yeast culture on feed palatability in turkeys In : Diamond V Mills. Inc. Cedar Rapids Ia M8320.
- Demott BJ 1971 Effects on flavor of fortifying milk with iron

적 요

본 연구는 유기태 철과 효모 철의 첨가가 산란계의 생산성 및 난 성분 미치는 영향을 알아보기 위하여 시험을 실시하였다. 공시동물은 갈색 테트라 산란계를 이용하였으며,

- and absorption of the iron from intestinal tract of rats. *J Dairy Sci* 54:52.
- Hallberg L 1981 Bio-availability of dietary iron in man. *Annu Rev Nutr* 1:123-147.
- Hallberg L, Rossander-Hulten L, Brune M, Glerup A 1992 Bio-availability in man of iron in human milk and cow's milk in relation to their calcium contents. *Pediatr Res* 31: 524-527.
- Hughes J 1987 Yeast culture applications in calf and dairy diets. In: Lyons, YP.(ed). *Biotechnology in the Feed Industry*. Alltech Publ Ky p. 143.
- Groff JL, Sareen S Gropper 1999 *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. third edition Wadsworth p.140-144.
- Kim YJ 1999 Iron bio-availability in iron-fortified market milk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28:705-709.
- Kirk EA, Heinecke JW, LeBoeuf RC 2001 Iron overload diminishes atherosclerosis in apoE-deficient mice. *J Clin Invest* 107:1545-1553.
- Jung YS, Sung CJ 1996 Effect of dietary iron and selenium levels on lipid levels of rats fed cholesterol diet. *J Kor Nutr* 6(2):137-143.
- Lauffer RB 1992 *Iron and human disease*. CRD Press, Boca Raton.
- McDaniel G 1991 Effect of yea-sacc on reproductive performance of broiler breeder males and females. *Biltechnology in the Feed Industry Proc 8th Annual Symp Altech Pub IKY*. pp 413.
- Peppler HJ 1982 Yeast extracts. In: Rose AH ed. *Fermented Foods*. Academic Press, London, Page 293.
- Platt S, Nadeau DB, Gifford SR, Clydesdale FM 1987 Protective effect of milk on mineral precipitation by Na phytate. *J Food Sci* 51:240-241.
- SAS 1995 *SAS User's Guide Statistics*. Statistical Analysis System. Inst.
- Sareen S Gropper, S Kerr Jerrey, M Barksdale 2003 Non-anemic iron deficiency, oral iron supplementation, and oxidative damage on college-aged females. *J Nutr Biochem* 14:409-415.
- Stone H, Sidel J, Oliver S, Woolsey A, Singleron RC 1974 Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol* 28:24-29.
- 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.
- 곽혜수 1992 관능검사와 유제품. *한국유가공연구회지* p. 10(1):1-16.
- 유종석 백인기 1990 활성효모 첨가가 산란계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 17(3):179-197.
- 이을연 이봉덕 지설하 박홍석 1995 생효모배양물의 급여가 산란계의 생산성에 미치는 영향. *한국가금학회지* 22(2) : 77-84.
- 한국식품영양과학회 2000 *식품영양실험핸드북*. 도서출판 효일, 229-231.