



원적외선 저장 쌀의 급여가 계란 특성에 미치는 영향

권오준 · 손동화¹ · 최응규² · 콧동주³ · 장상희 · 김대곤^{4*}

구미대학 호텔조리영양전공, ¹대구산업정보대학 조리계열
²아시아대학교 한방식품영양학과, ³대구보건대학 치기공과, ⁴대구산업정보대학 식품영양과

The Effect of Dietary Rice Irradiated by Far Infrared Rays on the Characteristics of Egg

O-Jun Kwon, Dong-Hwa Son¹, Ung-Kyu Choi², Dong-Ju Kwak³, Sang-Hee Jang, and Dae-Gon Kim^{4*}

Department of Major in Hotel Culinary Art & Nutrition, Gumi College

¹*Department of Food Preparation, Daegu Polytechnic College*

²*Department of Oriental Medical Food & Nutrition, Asia University*

³*Department of Dental Laboratory Technology, Daegu Health College*

⁴*Department of Food Science & Nutrition, Daegu Polytechnic College*

Abstract

This study was conducted to investigate changes of egg characteristics according to feeding of far infrared irradiated rice. The feeding of rice irradiated by far infrared rays did not affect the body weight of laying hens, but egg weight (3.6~7.6%), yolk weight (3.9~30.2%) and thickness of egg shell (5.4~13.5%) together with the rate of laying eggs (5.4%) were positively increased than normal rice.

Key words : far infrared rays, rice, egg

서론

적외선은 가시광선보다 긴 파장 범위의 전자파 일종으로 강한 열작용을 가지고 있어 열선이라고도 하며, 파동성, 입자성의 이중성을 가지고 있기 때문에 진동에 비례하는 에너지를 가지며 이 에너지를 전자파의 광량 에너지라고 한다. 이는 가시광선을 기준으로 파장의 크기에 따라 다시 근적외선, 중적외선, 원적외선으로 구분되는데 이 중 원적외선이 생물에 흡수되면 세포의 발육, 세포조직의 물질 합성에 도움을 주는 생리활성 작용을 제공한다는 실험 결과들이 최근 발표되고 있다(Ji, 2001; Niwa and Komu, 1991).

적외선의 파장이 생물에 미치는 영향에 관한 연구로 Kwon

등(2001)은 돼지 사육 시 원적외선 방사물질의 첨가가 돼지의 면역반응과 분 중 젖산균수의 증가에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였다. Kim과 Park(1995)과 Kim 등(1995)은 원적외선의 조사가 미생물의 생육에 전혀 영향을 미치지 않으며, 흰쥐를 대상으로 생존 능력을 확인한 결과 원적외선의 조사는 최대 124%의 생존 증강 효과를 얻을 수 있다고 보고하였다. 이를 통하여 원적외선 파장이 생물체에 적용될 경우 긍정적인 효과를 나타낸다는 기초 자료가 제시되었으나 이들의 연구에서는 원적외선 방사 세라믹이 이용되었기 때문에 식품 및 의약품에 직접 적용하는 것은 불가능하다고 판단된다.

식품류에 적외선 파장은 인삼(Park et al., 2000)과 벼(Keum et al., 2002), 고추(Kim, 2001) 등 주로 농산물의 건조와 식품의 신선도 유지를 위하여 이용되고 있으며, 최근 원적외선을 조사한 기능수의 물리·화학적 특징에 대한 보고(Peak et al., 2000)가 있으나 원적외선 조사 저장식품의 기능성 향상에 관한 연구는 전무한 실정이다.

* Corresponding author : Dae-Gon Kim, Department of Food Science & Nutrition, Polytechnic College, Daegu 706-711, Korea. Tel: 82-53-749-7154, Fax: 82-53-749-7154, E-mail: dgkim@mail.tpic.ac.kr

원적외선의 섭취는 면역력 강화, 장내 젖산균의 변화 (Kwon et al., 2001), 익사에 대한 생존력 강화(Kim et al., 1995) 등 여러 가지 긍정적인 영향을 미치므로 원적외선을 식품에 조사하여 섭취할 경우 다양한 생리 활성 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대되었다. 이에 본 연구팀은 농산물 건조에 이용되는 원적외선을 쌀에 조사하면서 저장시킨 후 원적외선 저장 쌀의 급여가 흰쥐의 생존력에 미치는 영향에 대하여 보고(Kwon et al., 2003) 한 바 있으며, 이와 관련하여 본 연구에서는 원적외선의 저장 쌀의 급여가 계란의 특성에 미치는 영향에 대해 알아보았다.

재료 및 방법

실험 동물 및 사양 관리

60주령의 Hy-Line 계통의 Brown 산란계 200수를 2단 철제 cage에 cage당 2수씩 배치하여 물과 사료는 자유 채식시켰고, 사육사 조건은 온도 22±2℃, 상대 습도 65±5%, 환기횟수 15회/hr이었고 조도 15~22 Lux로 일일 18시간동안 고정시켜 점등하였다(Shin et al., 1994).

실험 설계

실험 동물 입수시에 육안으로 외관을 검사한 후 7일간 순화시키면서 일반증상을 관찰하여 체중을 측정 한 후 2 g 간격으로 구분하여 각각의 평균체중에 가까운 동물들을 100수 선택하여 균등한 체중으로 분배되도록 순위화한 체중과 난수표를 이용하여 건강한 동물만을 선별하여 50수씩 공시 산란계를 배치하였다. 실험 동물의 개체 식별은 cage에 개체 식별카드를 붙여 사용하였다(Chiang et al., 1996; Kang et al., 1994; Lee et al., 1996). 실험 전 일반 사료만을 급여하였으며 실험 개시일부터 20일동안은 실험 사료를 급여하였다.

실험 사료

실험에 사용한 일반 사료의 조성은 Table 1과 같고 다음과 같이 실험 사료를 조제하였다.

1) 일반사료(90%)+일반 쌀(10%)

일반사료를 파쇄하고 파쇄한 일반 쌀을 10% 섞은 다음 일반사료의 수분함량과 동일하게 되도록 건조시켰다.

2) 일반사료(90%)+원적외선 저장 쌀(10%)

일반사료를 파쇄하고 파쇄한 원적외선 저장 쌀을 10% 섞은 다음 일반사료의 수분함량과 동일하게 되도록 건조시켰다. 원적외선 저장 쌀의 제조(Kwon et al., 2003)는 일반 쌀에 Fig. 1에서 보는 바와 같이 원적외선 조사 파장은 5~20 μm,

Table 1. Ingredient and chemical composition of basal diet (Unit: %)

Item	Concentration
Ingredients	
Corn, yellow	57.30
Wheat	2.50
Corn flour	6.00
Soybean meal	21.58
Corn gluten meal	4.00
Flash meal	2.00
Yellow grease	1.00
Yeast protein	1.00
Ground limestone	1.94
Mono Ca-phosphate	1.12
Sodium chloride	0.29
Amino acid mixture	0.92
Vitamin-Mineral Premix ¹⁾	0.50
Antioxdant	0.01
Chemical composition	
ME (kcal/kg) ²⁾	2,794
Crude protein (%)	16.00
Crude fat (%)	3.87
Crude fiber (%)	3.00
Ca (%)	4.41
P (%)	0.56

¹⁾ Vitamin-mineral mixture contains following nutrients per kg of diet : Vitamin A 2,000,000I.U., Vitamin D₃ 400,000I.U., Vitamin E 1,500I.U., Vitamin K₃ 300 mg, Vitamin B₁ 200 mg, Vitamin B₂ 800 mg, Vitamin B₆ 600 mg, Pantothenate 1.200 mg, Niacin 5,500 mg, Choline chloride 50,000 mg, Folic acid 100 mg, Vitamin B₁₂ 1,500 mg, Cu 1,000 mg, I 150 mg, Fe 12,000mg, Mn 12,000mg, Zn 8,000 mg, Co 100 mg, Se 100 mg.

²⁾ Calculated value

37℃에서 방사율 0.908, 방사에너지량은 3.50×10²W/m²·μm으로 Fig. 2와 같이 Thermograph(TH3102MR, NEC, Japan)로 원적외선이 조사 저장되었음을 확인하였으며 1개월간 5℃에서 저장한 후 급여 당일 저장고에서 꺼내 사용하였다.

일반증상 및 사망동물의 관찰

급여 익일부터 실험 종료일까지 매일 1회 일반증상의 변화 및 사망동물의 유무를 관찰하였다.

체중 측정

실험에 사용된 모든 동물에 대하여 급여 개시 전과 급여

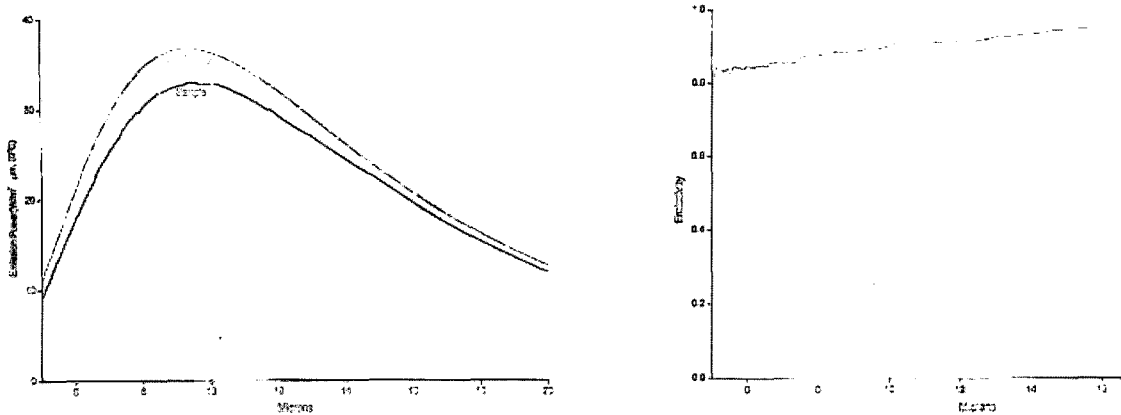


Fig. 1. Emissive power and emissivity of far-infrared radiated rice.

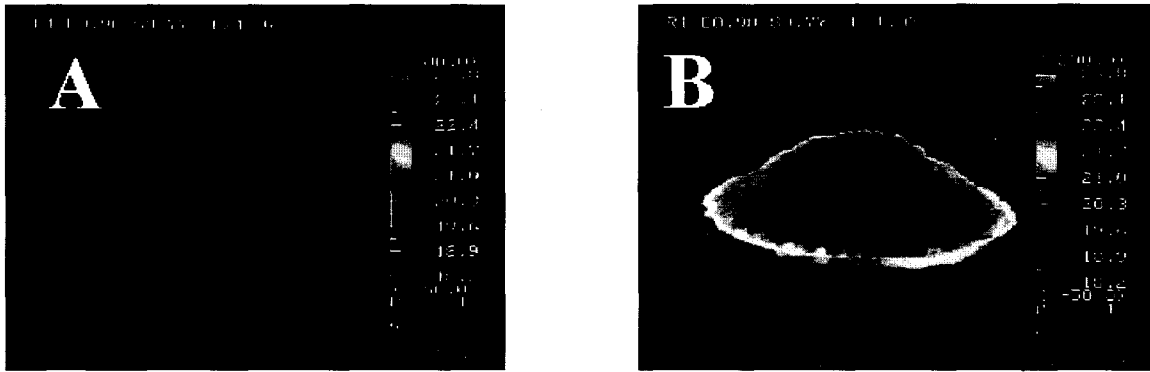


Fig. 2. The thermograph of rice.
A: Rice(Control). B: Far infrared radiated rice.

후 매일 체중을 측정하였다.

난중의 무게

난중의 무게는 Chiang 등(1996)과 Lee 등(1996)의 방법에 의거하여 매일 채집하여 전자저울(HM-200, A&D Co. Ltd., Japan)을 이용하여 측정하였다.

난각의 두께

난각의 두께는 Chiang 등(1996), Kang 등(1994) 및 Lee 등(1996)에 방법에 의거하여 Haugh Unit 측정한 후 Dialpipe gauge(Ozaki MFG. Co., Ltd., Japan)로 난백 등의 내용물을 다 씻어내고 50℃에서 24시간 건조 후 첨단부위, 둔단 부위 및 중간 부위 2지점 등 4지점의 두께를 재어 평균값을 표시하였다.

생산성 조사

생산성 조사는 Chiang 등(1996)과 Lee 등(1996)의 방법에 의거하여 산란수와 난중을 매일 오후 5시에 측정하였다. 산란율은 산란수와 사육수를 나눈 값(Hen day egg production)

으로 표시하였고, 평균 난중은 기형란을 제외하고 계산하였다.

통계처리

통계처리는 각각의 시료에 대해 평균±표준오차로 나타내었으며, 각 군에 따른 유의차 검증은 분산분석을 한 후 Duncan's multiple range test에 따라 분석하였다(SAS, 1985).

결 과

일반증상 및 사망동물의 관찰

본 시험에서 사료의 차이에 따른 어떠한 특이한 증상도 관찰되지 않았다. 사료의 급여에 따른 사망동물도 모든 시험군에서 관찰되지 않았다.

체중 변화

각종 사료의 급여를 달리한 산란계의 사육기간에 따른 몸무게의 변화를 측정한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. 사료의 차이에 따른 산란계의 몸무게는 일반 쌀이 첨가된 사

Table 2. Body weight change of laying hens orally treated with far-infrared radiated rice (unit: %)

	Feeding period (days)				
	0	5	10	15	20
Control ¹⁾	100.0	100.2	100.5	100.2	100.2
FIRR ²⁾	100.0	100.3	104.3	104.3	104.3

¹⁾ Control: Normal diet 90% + Normal rice 10%.
²⁾ FIRR: Normal diet 90% + Far infrared radiated rice 10%.

료를 급여한 산란계에 비해 원적외선 저장 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계가 다소 증가하는 경향이 있었으나 시험 기간 동안 큰 차이를 보이지 않은 것으로 확인되었다.

난중의 무게

산란계의 사육기간에 따른 난중의 중량 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 같이 나타내었다. 일반 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우, 사육 0일차에서 66.3±4.4 g이었고 10일차에서는 66.2±4.1 g으로, 15일차에서는 66.4±4.6 g으로, 20일차에서는 66.3±4.0 g으로 사육기간에 따라 난중의 변화는 별다른 차이가 나타나지 않았다. 원적외선 저장 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우에는 사육 0일차에서 66.0±3.7 g이었고 10일차부터는 점차적으로 증가하여 68.6±6.0 g으로, 15일차에서는 71.1±2.1 g으로 지속적인 증가를 보이다가 20일차부터는 70.4±3.5 g으로 나타났다. 이로 미루어, 원적외선 저장 쌀을 급여한 산란계에서 난중의 중량이 증가하였음을 알 수 있었다.

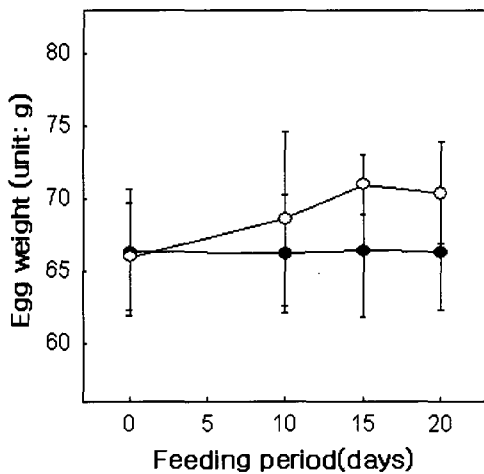


Fig. 3. Changes in egg weight of rice according to the radiation of far-infrared rays by feeding period.
 -●-: Normal diet 90% + Normal rice 10% (Control).
 -○-: Normal diet 90% + Far infrared radiated rice 10%(FIRR).

난황의 무게

산란계의 사육기간에 따른 난황의 중량 변화를 측정된 결과는 Fig. 4와 같이 나타내었다. 일반 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우, 사육 0일차에서는 15.45±0.44 g이었고, 10일차에서는 15.48±0.42 g으로, 15일차에서는 15.46±0.47 g으로, 20일차에서는 15.47±0.41 g으로 사육기간에 따른 난황의 변화는 별다른 차이가 나타나지 않았다. 원적외선 저장 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우에는 사육 0일차에서 15.46±0.42 g이었고, 10일차에서는 16.07±0.64 g으로, 15일차부터는 급격히 증가하기 시작하여 19.04±0.39 g으로, 20일차에서는 20.13±0.29 g으로 나타났다. 이로 미루어, 원적외선 저장 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계에서 난황의 중량이 증가하였음을 알 수 있었다. 이 결과는 난중의 무게를 측정된 결과와 동일하였다.

난각의 두께

산란계의 사육기간에 따른 난중의 난각 두께의 변화를 측정된 결과는 Fig. 5와 같이 나타내었다. 일반 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우, 사육 0일차에서 0.37±0.01 mm이었고, 10일차에서는 0.37±0.02 mm로, 15일차에서는 0.37±0.01 mm으로, 20일차에서는 0.37±0.02 mm로 사육기간에 따른 난중의 난각 두께의 변화는 별다른 차이가 나타나지 않았다. 원적외선 저장 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우, 사육 0일차에서 0.37±0.01 mm이었고, 10일차에서는 0.39±0.01 mm로, 15일차에서는 0.41±0.01 mm으로, 20일차에서는 0.42±0.01 mm로 사육기간에 따른 난중의 난각 두께가 점차적으로 증가하였음을 알 수 있었다. 이로 미루어, 일

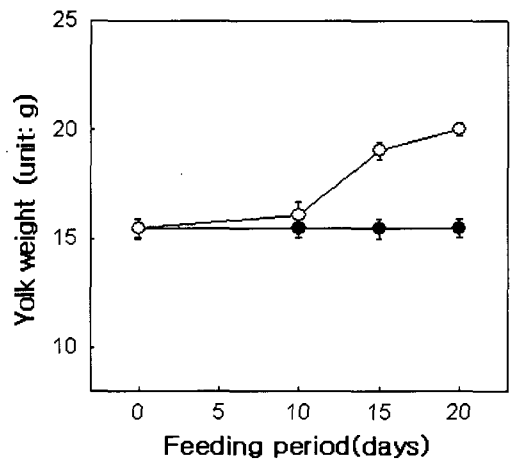


Fig. 4. Changes in egg yolk weight of rice according to the radiation of far-infrared rays by feeding period.
 -●-: Normal diet 90% + Normal rice 10% (Control).
 -○-: Normal diet 90% + Far infrared radiated rice 10%(FIRR).

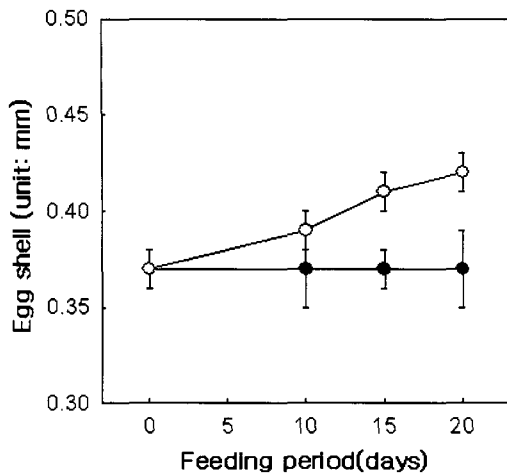


Fig. 5. Changes in egg shell of rice according to the radiation of far-infrared rays by feeding period.
 -●-: Normal diet 90% + Normal rice 10% (Control).
 -○-: Normal diet 90% + Far infrared radiated rice 10% (FIRR).

Table 3. Effect of far-infrared radiated rice on the rate of laying eggs of laying hens (Unit: %)

	Feeding period(days)			
	0	10	15	20
Control ¹⁾	72.9 ^a	73.8 ^b	74.1 ^b	74.1 ^b
FIRR ²⁾	72.8 ^a	76.7 ^a	76.7 ^a	76.7 ^a

¹⁾ Control: Normal diet 90% + Normal rice 10%.

²⁾ FIRR: Normal diet 90% + Far infrared radiated rice 10%.

Means in the same row with different letters are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

반 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우 사육 기간에 따른 난중의 난각 두께의 변화는 차이가 없었으나 원적외선 저장 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 경우에는 사육 기간에 따라 난중의 난각 두께가 증가되었음을 알 수 있었다. Seong 등(1997)은 목초액이 첨가된 활성탄의 급여가 계란의 이화학적 특성에 미치는 효과에 대한 연구 중에 일반 사료만 급여한 산란계 난중의 난각 두께는 0.36~0.38 mm로 보고한 바 있다.

산란율

산란계의 사육기간에 따른 산란율 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같이 나타내었다. 일반쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 산란율은 사육 0일차에서 72.9%이었으며 10일차, 15일차 및 20일차에서는 각각 73.8%, 74.1% 및 74.1%로 나타나 사육 기간이 지남으로써 다소 증가하였다. 원적외선 저장 쌀을 첨가된 사료로 급여한 산란계의 산란율은 사육 0일차에

서 72.8%이었으며 이후 사육기간이 지남에 따라 다소 증가하여 10일차, 15일차 및 20일차에서 각각 76.7%로 나타났다. 이로 미루어, 일반 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계보다 원적외선 저장 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계의 산란율이 증가하였음을 알 수 있었다.

고찰

Ji(2001)와 Niwa와 Komu(1991)는 광선이나 근적외선 등은 생체에 흡수되지 않고 반사되지만 원적외선은 흡수되고 생체내에 침투되어 자기 발열을 일으켜 온열 효과를 가져와 대부분 물과 단백질로 이루어져 있는 생체에 유기화합물 분자 운동의 진동 파장대가 조사되는 원적외선 파장대와 동일한 경우 생체는 활성화되어 모세혈관 확장, 혈액순환 촉진, 조직 활성화, 신진대사 촉진, 노폐물 및 유해금속 등을 배출시키는 것으로 보고하였다. 본 연구에서 원적외선 저장 쌀을 사료로 첨가하여 급여한 산란계에서 난중의 무게, 난황의 무게, 난각의 무게, 산란율에 있어서 일반 쌀이 첨가된 사료를 급여한 산란계에 비해 월등한 증가가 있었는데 이는 원적외선이 산란계 생체에 흡수되어 활성화 에너지가 발생되어 이 작용으로 모세혈관 확장, 혈액순환 촉진, 조직 활성화, 신진대사 촉진, 노폐물 및 유해금속 등을 체외로 배출시켜 산란계의 생체에 영향을 주어서 나타난 결과라고 사료된다.

요약

본 연구는 원적외선 저장 쌀의 급여가 산란계에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행되었다. 사육 기간 중 대조구에 비해 다소 원적외선 저장 쌀의 급여가 산란계의 체중에는 큰 영향을 미치지 않았으나 난중의 무게, 난황의 무게, 난각의 무게 및 산란율에 있어서는 각각 3.6~7.6%, 3.9~30.2%, 5.4~13.5% 및 5.4%의 증가율을 나타내었다.

참고문헌

- Chiang, Y. H., Hwang, S. I., and Holick, M. F. (1996) Effect of supplementing different levels of vitamin D₃ on performance, shell minerals and vitamin D₃ metabolism in laying hens. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **20**, 117-127.
- Ji, C. K. (2001) The characteristics of far infrared radiation. *J. Kor. Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* **15**, 4-13.
- Kang, K. R., Nham, K. T., and Kang, C. W. (1994) Effects of dietary vitamins A and E on their transference to chicken

- eggs and changes in egg contents with feeding time. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **18**, 240-248.
4. Keum, D. H., Kim, H., and Hong, S. J. (2002) Far-infrared ray drying characteristics of rough rice. *J. of the Korea Soc. Agricul. Machin.* **27**, 45-50.
 5. Kim, H. S. and Park, J. H. (1995) A study on application of FIR to the Braun tube and influence of braun tube of FIR-radiation type to a living organism(1). *J. Kor. Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* **9**, 30-36.
 6. Kim, H. S., Park, J. H., Rho, H. M., and Chee, C. K. (1995) A study on application of FIR to the Braun tube and influene of braun tube of FIR-radiation type to a living organism(2). *J. Kor. Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers* **9**, 111-116.
 7. Kim, J. Y. (2001) Comparison of drying characteristics between the heated air and the far infrared drying of the red pepper. Ph. D. thesis, Kyungbuk National Univ., Daegu, Korea.
 8. Kwon, K. B., Kim, I. H., Hong, J. W., Moon, T. H., Choi, S. Y., and Seok, H. B.(2001) Effect of far infrared radiological materials on immune response and changes of fecal microorganism in pig. *Korean J. Ver. Res.* **41**, 37-42.
 9. Kwon, O. J., Yoo, B. H., Choi, U. K., and Son, D. H. (2003) Feed effect of far infrared irradiated rice to survival activity against drowning of mouse. *Korean J. Food Sci. Technol.* **35**, 302-305.
 10. Lee, C. H., Nam, K. T., Kim, J. B., and Han, S. H. (1996) The effects of extracts from *Puerariae radix* roots on the storage stability of egg and serum cholesterol level in the laying hens. *Kor. J. Food. Sci. Ani. Resour.* **16**, 102-105.
 11. Niwa, Y. and Komu, T. (1991) Far infrared ray from platium electro-magnetic wave fiber activities leukocyte function and inhibits lipid peroxidation. *Japanese J. of Inflamm.* **11**, 135-146.
 12. Park, S. J., Kim, S. M., Kim, M. H., Kim, C. S., and Lee, C. H. (2000) Development of a prototype continuous flow dryer using far infrared ray and heated-air for white ginseng. *J. of the Korea Soc. Agricul. Machin.* **25**, 115-122.
 13. Paek, U. H., Jeong, E. D., and Yun, C. K. (2000) The characteristics of water quality of tap water and far-infrared rays mineral water. *J. Korean Environ. Sci. Society* **9**, 423-428.
 14. SAS (1985) SAS/STAT Software for PC. Institute, Inc., Cary, USA.
 15. Seong, K. S., Rho, J. H., Han, C. K., Kim, Y. B., Lee, B. H., Jeong, J. H., and Maeng, W. J. (1997) Effect of addition activated carbon absorbing pyroligneous acid to layer feed on the physicochemical properties of egg yolk. *Kor. J. Food. Sci. Ani. Resour.* **17**, 162-170.
 16. Shin, H. T., Kim, K. W., and Chung, K. W. (1994) Effect of probiotics supplementation on performance and small intestinal microbiota in chickens. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* **18**, 322-329.

(2004. 4. 7. 접수 ; 2004. 7. 13. 채택)