

천년초 추출물과 식이유허의 첨가가 계란의 생산성, 품질 및 관능적 특성에 미치는 영향

박선민^{1*} · 안일성¹ · 홍상미¹ · 김다솔¹ · 권대영² · 양혜정²

¹호서대학교 자연과학대학 기초과학연구소 식품영양학과

²한국식품연구원 미래전략기술연구본부 바이오제론연구단

The Effects of the Supplementation of *Opuntia humifusa* Water Extracts and Methyl Sulfonyl Methane on the Laying Productivity, Egg Quality and Sensory Characteristics

Sunmin Park^{1*}, Il Sung Ahn¹, Sang Mee Hong¹, Da Sol Kim¹,
Dae Young Kwon², and Hye Jeong Yang²

¹Dept. of Food and Nutrition, College of Natural Science, Basic Science Institutes,
Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea

²Emerging Innovative Technology Research Division, Korean Food
Research Institutes, Gyeonggi 463-746, Korea

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effects of *Opuntia humifusa* (OPH) extracts and methyl sulfonyl methane (MSM) supplementations on the laying productivity and sensory characteristics of eggs in hens. Six hundred forty, 35-wk-old Lohmann brown, laying hens were randomly divided into four groups: 1) water (control), 0.12% OPH extract, 0.1% MSM, and 0.12% OPH extract+0.1% MSM. They were mixed into the feed and given for 5 weeks. Egg production rates, egg weight, feed demand ratio were not significantly different among the groups. However, OPH or MSM decreased broken egg rates by increasing thickness and firmness of egg shell but they did not show the additive effects. In addition, OPH or MSM enhanced Haugh unit, an indicator of freshness of egg, and viscosity of egg white and egg yolk. OPH or MSM maintained the freshness of eggs better the control during their storage for 10 day at 4°C. However, OPH+MSM did not show additive effects in their freshness. Sensory test revealed that OPH or MSM decreased fishy taste and greasy flavor and they improved texture. Overall OPH or MSM enhanced the preference of eggs. In conclusion, the supplementation of either OPH or MSM enhances egg freshness and egg quality in laying hens but they should not be supplemented together due to no additive effects.

Key words: *Opuntia ficus indica*, methyl sulfonyl methane, egg production rates, egg quality, Haugh unit

서 론

최근에 국내 산란계 농가에서는 환경친화형 사육 방식을 도입하여 계란에 항생제 잔류가 없는 계란을 생산하여 생산성과 수익성을 제고하려는 노력을 하고 있다. 그러므로 항생제를 대체할 수 있는 기능성 사료 첨가제의 개발의 중요성이 인식되어 연구가 진행되고 있다(1). 항생제를 대체할 수 있는 것으로 여러 가지가 있는데 그 중 하나가 천연 유기산인데 이들을 가금용 사료에 첨가하였을 때 사료 내 곰팡이균의 성장을 억제하고, 가축에게 급여한 후 장내 유해 미생물을 감소시켜 천연 항생제의 역할을 하는 것으로 보고되어 왔다(2,3). 여러 연구에서 천연유기산과 함께 다양한 생리활성 물질이 함유되어 있는 목초액, 케일 및 명일엽 부산물, 율나

무 추출물, 유산균발효액 등을 산란계의 사료에 첨가하였을 때 계란의 생산성 및 품질을 향상시킨다는 보고가 있었다(4-6).

기능성 계란을 생산하기 위한 연구에서 이미 사용된 천연물외에도 병원균인 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Pseudomonas fluorescens*와 yeast인 *Candida albicans*에 대해 항균효과를 나타내는 것들이 많이 있고, 그중에 하나가 천년초이다(7). 천년초(*Opuntia humifusa*)는 손바닥 선인장(*Opuntia ficus indica*)의 하나로 우리나라에서는 오래전부터 선인장의 열매와 줄기를 변비치료, 이뇨 효과, 장운동의 활성화 및 식욕증진의 목적으로 사용해 왔다. 천년초 줄기의 구성성분은 탄수화물이 주성분인데 특히 점성 물질의 구성성분인

*Corresponding author. E-mail: smpark@hoseo.edu
Phone: 82-41-540-5633, Fax: 82-41-548-0670

arabinose, galactose, galacturonic acid, rhamnose, xylose 로 구성된 식이섬유소인 pectin(48.5%)이다. 천년초는 이외에도 단백질(8.4%), 비타민 C(0.78%), 칼슘(4.8%) 등이 함유되어 있으며 특히 칼슘이 식물성 식품으로는 상당히 많이 함유되어 있다(7,8). 난각의 98%는 calcium carbonate로 구성되어 있어서 산란계에게 칼슘을 공급하였을 때 산란률을 개선하는 효과가 있었다는 보고도 있었다(9). 또한, 천년초 추출물이 항균과 항산화 효과가 있다는 보고도 많이 있었다(7,10). 그러므로 천년초는 산란계에게 계란의 생산성과 계란의 품질을 향상시키는데 중요한 역할을 할 것으로 예측하였다. 식이유허인 methyl sulfonyl methane은 소나무(해송)에 농축되어 있는데 전체 질량의 34%가 유허으로 천연물 중에서 황을 가장 많이 함유한 물질 중의 하나이다. 또한, 식이유허은 흰색의 냄새가 없는 결정체로서 독성이 없어서 동물 사료에서 유허 공급원으로 사용되고 있으며 체내에서 다양한 기능을 가진다는 것이 알려졌다(11). 유허의 알려진 기능으로는 함유황아미노산(메티오닌, 시스테인)의 구성 성분이고, 항산화 및 해독 작용을 하는 글루타치온의 구성 성분이며, 콜라겐 및 당단백의 구성 성분이며, 콜라겐 합성을 촉진하고, 점성 다당류의 구성 성분이고 스테로이드 호르몬 및 각종 성장 인자의 작용에 필수적이다. 그러나 아직까지 가축사료로서의 효과는 연구가 많이 수행되지 않았다(11,12). Jang 등(11)에 따르면 돼지 사료에 0.06%의 식이유허을 첨가하였을 때 사료섭취량, 돼지고기의 명도가 향상되었고, 관능검사에서도 돼지고기의 육색, 근육 내 지방도 및 견고성에 영향을 미쳐 선호도가 증가하였다고 보고하였다. 그러므로 식이유허을 사료로 첨가한 사료를 공급받은 산란계는 계란 생산성을 증대시키고 품질이 향상된 기능성 달걀을 생산할 가능성이 높다.

그러므로 본 연구의 목적은 산란계에게 천년초와 식이유허을 사료에 첨가한 기능성 사료를 산란계에게 급여할 때 계란의 생산성과 품질 및 관능적 특성을 향상시키는지 여부를 조사하였다.

재료 및 방법

천년초 추출물 제조

천년초 농장(선장면, 아산)에서 재배한 천년초 잎과 열매 2 kg을 분쇄하여 물 5 kg에 넣고 80°C에서 6시간 끓인 후 추출하고 농축하여 1 kg의 추출 액상을 제조하였다.

천년초 추출물과 식이유허의 급여 농도 결정

사료에 천년초 추출물의 첨가량을 정하기 위해서 예비 실험으로 천년초 추출물을 0%, 0.06%, 0.12% 또는 0.2%를 첨가하였을 때 천년초 추출물의 첨가 농도를 증가시키에 따라 계란의 생산성이 증가하였으나 천년초 추출물을 0.12%와 0.2% 첨가하였을 때 둘 사이에 현저한 차이를 나타내지 않아서 천년초 0.12%를 첨가하는 것으로 정하였다. 미국 FDA에서 승인한 식이유허(Methyl Sulfonyl Methane, 팜립무약, 서울)을 사용하였고, 사료에 첨가량은 돼지의 성장에 효과적인 용량으로 알려진 0.1%로 정하였다(11,12).

실험동물 및 실험설계

본 실험은 35주령의 Lohmann Brown 산란계 총 640마리를 4 처리군으로 나누어 8 반복, 반복당 20수씩 완전임의배치를 하여 5주 동안 투여하였다. 각군은 1) 천년초 0.12%, 2) 식이유허 0.1%, 3) 천년초 0.12%+식이유허 0.1% 또는 4) 물(대조군)을 사료에 골고루 혼합하여 공급하였다. 매주 산란과 계란품질을 평가하기 위해서 실험식이를 공급한 후 4주와 5주에 사료섭취량, 폐사율, 사료 요구율, 산란율, 파란율 성적을 측정하였고, 또한 이때 산란한 계란의 품질을 조사하기 위해서 각각의 처리구에서 반복당 5개의 계란을 임의로 수거하여 각 군당 40개의 계란에 대해서 조사하였다.

실험 사료 및 사양 관리

기초사료는 옥수수-대두박 위주의 가루사료 형태로 NRC (1994) 요구량을 충족하도록 대사에너지는 2,800 kcal/kg, 조단백질은 16% 수준으로 하였다(Table 1). 산란계는 전 시험기간 동안 니플이 설치된 케이지에서 사육하였으며 물과 사

Table 1. Formula and chemical composition of basal diet

Ingredients	Ratio (%)	Chemical composition ²⁾	
Corn	64.00	Metabolic energy (kcal/kg)	2,800
Soybean meal (crude protein 44%)	16.30	Crude protein (%)	16.00
Corn gluten meal (crude protein 60%)	4.94	Lysine (%)	0.77
Soybean oil	0.37	Methionine (%)	0.33
Wheat bran	3.60	Ca (%)	3.70
DL-methionine (50%)	0.07	Non-phytate P (%)	0.28
L-lysine (80%)	0.08		
Tricalciumphosphate	0.95		
Limestone	8.94		
Salts	0.25		
Vitamin premix ¹⁾	0.50		

¹⁾ Contained per kg diet: V-A 1,600,000 IU, V-D₃ 300,000 IU, V-E 800 IU, V-K₃ 132 mg, V-B₂ 1,000 mg, V-B₁₂ 1,200 mcg, niacin 2,000 mg, pantothenate calcium 800 mg, folic acid 60 mg, choline chloride 35,000 mg, dl-methionine 6,000 mg, iron 4,000 mg, copper 500 mg, manganese 12,000 mg, zinc 9,000 mg, cobalt 100 mg, BHT 6,000 mg, iodide 250 mg.

²⁾ Calculated values.

료는 자유 음수 및 자유 채식시켰다. 전 실험기간 중 사육실 온도는 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 로 하였으며 환경변이를 최소화하고자 처리 반복간의 배치를 조정하였다. 수당 급이 면적과 반복당 급수 기 숫자는 동일하도록 하였고, 점등은 17시간으로 고정하였다.

사료요구율

사료요구율은 사료를 준 후 남은 양을 24시간 후에 사료를 수거하여 잔량을 체크하였다. 사료요구율은 산란계의 사료 섭취에 따른 산란 효과를 비교하여 사료의 영양적 가치를 검증할 수 있는 방법으로 수당 1일 사료 섭취량 (g)을 1일 산란 중량(g)으로 나누어 아래와 같은 공식으로 계산하였다. 산란량은 실험기간(28일)×산란율(%)×평균계란중량(g)/실험기간(28일)으로 계산하였다.

$$\text{사료요구율 (feed demand ratio)} = \frac{\text{사료섭취량(feed intake, g)}}{\text{계란 산란량(egg production, g)}} \times 100$$

산란율

산란율은 사양기간 중 매일 오후 3시에 집란하여 처리구 별로 총 산란수를 사육수로 나누어 백분율로 표시하였으며, 난중은 매일 채집한 계란을 선별기준을 왕란(65 g 이상), 특란(60~65 g), 대란(55~60 g), 중란(49~54 g), 소란(43~48 g), 경란(42 g 이하)으로 계란 중량에 의해서 분리하였다. 중량에 의한 선별된 왕란, 특란, 대란, 중란, 소란, 경란을 각각 총 산란수로 나누어 백분율로 나누어 표시하였다.

계란의 파란율 및 이물질 출현률

파란율은 실험기간 동안 매일 파손된 계란을 수거하여 전체 산란수에서 차지하는 파손된 계란의 수를 백분율로 표시하였다. 계란 이물질의 출현율은 계란의 내부에 이물질인 혈반이나 육반이 들어 있는 계란의 백분율로 측정하였다.

난각 두께 및 강도

파란율에 영향을 미치는 난각의 두께는 버니어 캘리퍼스 측정하였다. 난각 강도는 5 mm의 원형 probe가 부착된 물성 측정기(TA-XT2, Texture Technologies, Surrey, England)를 이용하여 단단함(firmness)을 측정하였다. 각각의 처리구에서 시료를 취한 다음 계란의 껍질의 중앙부위를 1 cm 길이로 잘라 plate위에 올려놓고 probe를 20 mm/s의 속도로 표면에 다가갈 때 파괴강도를 측정하였다. 난각 두께는 Haugh unit을 측정한 후 난백 등의 불순물을 제거한 후 50°C 에서 24시간 동안 건조한 후 난각의 깨진 끝부분, 둥근 끝부분(둔단부위) 및 중간 부분 중에서 무작위로 정한 2 지점을 포함한 총 4 지점을 선택하여 두께를 버니어 캘리퍼스 측정하여 평균값으로 결정하였다(13).

계란의 신선도 측정

계란의 신선도는 국제적으로 가장 많이 사용하는 하우지수(Haugh unit)를 사용하였다. 하우지수는 계란의 무게(W)와 농후 난백의 높이(H, mm)를 측정하여 아래 식으로 계산

하는데 계란의 하우지수는 높을수록 신선한 것임을 나타낸다. 검사 결과 하우지수가 80이상이면 '아주 좋음', 70 이상이면 '우수', 65이상이면 '양호', 60미만이면 '소비자 거부점', 50 이하이면 불수용으로 분류하였다. 난백의 높이는 버니어캘리퍼로 난황에서 1 cm 떨어진 지점을 측정하였다(14). 계란의 신선도는 저장기간에 따른 차이를 조사하기 위해서 4°C 에서 5일과 10일 동안 보관하였을 때 변화를 측정하였다.

$$\text{Haugh unit} = 100 \text{ Log } \{H - (1.701XW^{0.37}) + 7.57\}$$

색도와 점도

색도 변화는 난황과 난백의 색도를 색차계인 spectrophotometer CM-3500d(Konica Minolta Sensing, INC., Osaka, Japan)의 광조사 부분에 밀착시켜 측정된 색도 값인 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하였다. 이렇게 측정된 값으로부터 색도계에 연결된 컴퓨터 프로그램에 의해서 아래의 식을 이용하여 색도차가 ($ab * \Delta E$ 값) 계산되었다.

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

점도는 난황과 난백으로 나누어 Distal Viscometer (LVDV-II, Brookfield, Massachusetts, USA)로 온도 $27 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서, 50 rpm으로 측정하였다. 단위는 cP이었다. 계란의 신선도에 영향을 미치는 점도 또한 저장기간에 따른 차이를 조사하기 위해서 냉장고에서 5일과 10일 동안 보관하였을 때 변화를 측정하였다.

관능검사

실험식이를 5주 동안 투여한 후 각 군에서 대란을 선택하여 끓는 물에서 10분 동안 삶은 반숙 계란의 난백과 난황 각각에 대한 관능검사를 하였다. 관능검사 패널은 대학생 20명을 선발하여 관능검사에 대한 훈련을 시킨 후 관능검사에 참여시켰다. 반숙이 된 계란은 난백과 난황을 분리하여 2 cm 두께로 잘라 접시에 각각 담았다. 관능검사는 5명씩 관능검사실에서 난백과 난황에 대한 색, 향기, 구수한 맛, 비린맛, 느끼함, 단백질, 전반적인 기호도에 대해서 scoring test를 이용하여 최저 0에서 최고 5점으로 평가하도록 하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 SAS program을 이용하여 4주와 5주에 반복군들에서 얻은 결과를 평균과 표준편차로 계산하여 표시하였다. 각 군 사이의 차이는 one-way ANOVA로 통계처리를 하였으며 유의성 검정은 유의수준 $p < 0.05$ 에서 Tukey test로 분석하였다.

결과 및 고찰

평균산란율, 사료요구율 및 계란 크기별 생산율

물, 천연초, 식이유황, 또는 천연초+식이유황을 투여시킨 후 4주와 5주에 생산한 계란의 평균산란율은 대조군에 비해

Table 2. Egg production rate, egg weight, feed intake and feed demand ratio in the hens supplemented with *Opuntia humifusa* (OPH) and organic sulfate (MSM)

	OPH	MSM	OPH+MSM	Control
Egg production rates (%)	92±8.5	90.8±9.4	92.3±9.5	90.3±9.2
Egg weight (g)	64.5±5.7	63.7±5.8	65.5±5.2	62.3±4.4
Feed intake (g/day)	113±11.5	112±12.8	113±12.3	118±11.2
Feed demand ratio	1.92±0.2	1.88±0.2	1.91±0.2	2.10±0.2

천년초 또는 식이유허를 투여한 군에서 약간 높은 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 2). 또한 천년초+식이유허를 투여한 군에서도 추가적인 효과는 없었다. 사료섭취량을 산란량으로 나누어 계산한 사료요구량도 평균산란율과 마찬가지로 천년초, 식이유허, 또는 천년초+식이유허를 투여한 산란계에서 대조군에 비해 낮았지만 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 2). 생산한 계란의 크기별 산란율을 비교하였을 때도 군들 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었지만, 천년초, 식이유허, 또는 천년초+식이유허를 투여한 군에서 왕란과 특란의 산란율이 높고 중란의 산란율이 낮은 경향을 나타내었다(Table 3). 천년초는 산란계에게 천년초, 식이유허이나 천년초+식이유허를 급여한 후 산란율을 조사한 선행 연구들이 아직 없어서 다른 연구와 본 연구의 결과를 비교할 수 없었다. 천년초의 ethyl acetate 분획물이 병원성 식중독 미생물인 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium*에 대한 가장 좋은 항균 효과를 나타내었고, butanol 분획물과 물 분획물도 비교적 효과적이었다는 보고가 있어서(7), 본 연구에서 사용한 천년초 물 추출물이 산란율을 향상시킬 수 있을 것으로 예측하였다. 그러나 산란계에게 사료에 천년초와 식이유허 첨가가 효과적으로 산란율을 증가시키지는 못했다. 또한, 천년초와 유사하게 유기산을 포함한 0.1~0.3% 케일과 명일엽 부산물, 0.05~2% 목초액 등

을 첨가한 사료를 급여한 산란계에서도 산란율, 산란량 및 사료요구율에 대한 개선 효과는 없었다는 보고가 있어서 본 연구만 상반된 연구 결과를 나타낸 것은 아니었다(4,15). 반면에 1000~5000 ppm 옷나무 추출액을 첨가한 사료를 급여한 산란계에서는 산란율, 산란량 및 사료요구율에 대한 개선 효과를 나타내었고(5), 0.1% 과채 발효액을 첨가한 사료도 또한 산란계에게 공급하였을 때 대조군에 비해 산란율, 계란 질량, 사료효율이 현저하게 증가하였다(6). 천년초 추출물과 식이유허가 사료를 공급한 기간이 상대적으로 짧은 것보다도 관련이 있을 것으로 사료된다.

파란율, 혈반과 육반을 가진 비율 및 난각강도

파란율은 천년초 또는 식이유허를 첨가한 군에서 생산된 계란에서 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 낮았으나 천년초+식이유허를 첨가한 군에서 생산된 계란에서 추가적으로 파란율을 향상시키지는 않았다(Table 4). 파란율에서도 예측할 수 있듯이 난각 두께는 천년초, 식이유허나 천년초+식이유허를 투여한 군에서 생산된 계란에서 통계적으로 유의하게 두꺼웠고, 난각강도도 더 컸다(Table 4). 또한 혈반과 육반을 가진 계란의 비율도 천년초, 식이유허, 또는 천년초+식이유허를 투여한 군에서 생산된 계란에서 통계적으로 유의하게 낮았다. 난각두께와 난각강도도 파란율과 마찬가지로 천년초나 식이유허 첨가군들이나 천년초+식이유허 첨가군에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table

Table 3. Production rate of different egg sizes in the hens supplemented with *Opuntia humifusa* (OPH) and organic sulfate (MSM)

	OPH	MSM	OPH+MSM	Control
Jumbo (over 65 g/egg)	11.8±2.1	11.7±1.8	11.7±1.9	11.4±2.1
Extra large (60~65 g/egg)	69.9±11.8	68.5±11.6	70.1±11.1	68.8±11.9
Large (55~60 g/egg)	14.3±2.3	13.8±2.4	14.2±2.2	14.4±2.4
Medium (49~54 g/egg)	3.4±0.6	3.4±0.5	3.4±0.5	4.7±0.6
Small (43~48 g/egg)	0.4±0.08	0.4±0.08	0.4±0.07	0.5±0.08
Peewee (less than 42 g)	0.2±0.04	0.2±0.05	0.2±0.04	0.2±0.04

Table 4. The quality of eggs laid from the hens supplemented with *Opuntia humifusa* (OPH) and organic sulfate (MSM)

	OPH	MSM	OPH+MSM	Control
Broken egg ratio (%)	1.5±0.2 ^b	1.9±0.2 ^b	1.7±0.2 ^b	3.0±0.2 ^{a*}
Thickness of egg shell (μm)	405±42 ^a	387±57 ^a	403±51 ^a	342±39 ^{b*}
Firmness of egg shell (kg/cm ²)	4.55±0.33 ^a	4.43±0.39 ^a	4.51±0.34 ^a	3.81±0.31 ^{b*}
Eggs with a blood spot (%)	0.1±0.04 ^b	0.2±0.04 ^b	0.1±0.04 ^b	0.4±0.06 ^{a*}
Eggs with a opaque lump (%)	0.1±0.02 ^b	0.4±0.07 ^b	0.4±0.1 ^b	1.0±0.05 ^{a*}

*Significant difference among the 4 different groups p<0.05.

^{a,b}Means in the same row with different alphabets were significantly different at p<0.05 according to the Tukey test.

Table 5. Freshness of eggs laid from the hens supplemented with *Opuntia humifusa* (OPH) and organic sulfate (MSM)

	OPH	MSM	OPH+MSM	Control
Height of egg white (mm)	6.03±0.64 ^a	5.94±0.72 ^a	6.01±0.67 ^a	4.87±0.50 ^{b*}
Height of egg yolk (mm)	2.27±0.14 ^a	2.14±0.19 ^a	2.36±0.18 ^a	2.03±0.17 ^{b*}
Haugh unit	86.0±7.7 ^a	84.7±7.4 ^a	85.7±7.8 ^a	69.1±6.55 ^{b*}
Total color differences of egg yolk	87.6±8.5	90.2±9.8	90.8±9.4	86.5±9.2
Total color differences of egg white	82.3±8.1	81.2±8.8	81.5±8.4	79.7±8.5
Viscosity of egg yolk (cP)	577.4±57.2 ^a	564.3±66.4 ^a	591.1±67.4 ^a	408.7±43.7 ^{b*}
Viscosity of egg white (cP)	221.4±31.2 ^a	208.5±27.5 ^a	214.6±28.9 ^a	164.4±17.1 ^{b*}

*Significant difference among the 4 different groups p<0.05.

^{a,b}Means in the same row with different alphabets were significantly different at p<0.05 according to the Tukey test.

4). 유산균제나 천연물 추출액 등의 사료첨가물들이 난각 강도나 난각 두께 등을 강화시키는 것은 대부분 영양소 중에서 특히 단백질과 무기질의 소화율과 이용율을 향상시키는 것과 관련이 있다는 보고들이 있다(5,16). 옷나무 추출액 첨가구에서 단백질과 회분의 이용률이 향상되는 결과를 보여 특히 옷나무 추출액 3,000 ppm 및 5,000 ppm 급여구가 난각 두께와 난각강도를 유의적으로 향상시켰다(5). 또한 과채발효액 첨가한 사료를 급여한 산란계에서도 난각강도, 난각두께 등을 강화시켜 파란율을 감소시키는 것으로 보고되었다(6). 또한 칼슘의 첨가(3.7%) 또는 칼슘, 인, 마그네슘 등이 많이 함유된 우렁쉥이 껍질을 1~3% 첨가하였을 때에도 대조군에 비해 난각강도와 난각두께가 증가하였다(9,13). 그러므로 천연초 추출물도 단백질과 무기질의 소화율과 이용율을 증가시켜 난각두께나 난각강도를 높이는 것이라는 것을 알 수 있었다.

계란의 신선도

각 군에서 무작위로 선택한 특란(60 g 정도)의 난백고, 난황고, 신선도를 나타내는 Haugh unit를 측정하여 Table 5에 보여 주었다. 대조군에 비해 천연초군, 식이유황군 또는 천연초+식이유황군에서 난백고, 난황고 또는 신선도가 높았으나 천연초군, 식이유황군과 천연초+식이유황군들 사이에는 차이가 없었다. 신선도를 나타내는 또 하나의 지표가 점도인데 점도 역시 대조군에 비해 천연초군, 식이유황군이나 천연초+식이유황군에서 더 높았다(Table 5). Haugh unit과 난백과 난황의 점도는 천연초군이 식이유황군보다 높은 경향을 나타내었지만 통계적으로 유의하지는 않았고, 천연초+식이유황군도 천연초군이나 식이유황군과 차이가 없었다. 천연초에 식이유황의 첨가에 의한 점도의 변화는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5). 난백과 난황의 색도는 대조군과 천연초군, 식이유황군과 천연초+식이유황군 사이에 차이가 없었다. 난백과 난황의 색도도 신선도를 나타내기는 하지만 점도에 비해 효과적으로 신선도를 나타내지는 못하고 오히려 사료에 함유된 색소 영양성분인 carotenoids의 함유 정도를 나타내는 것으로(17,18), Kim 등은 carotenoid 색소인 asxanthin이 많이 함유된 크릴새우를 1~2% 산란계사료에 첨가하였을 때 난황의 색이 짙어진다 고 보고하였다(17). 천연초나 식이유황의 첨가가 첨가하지

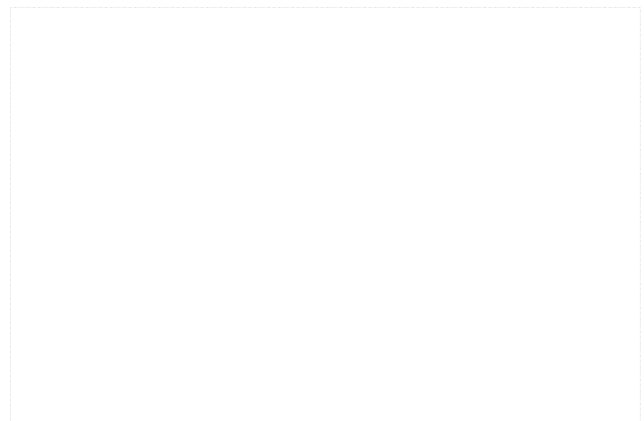


Fig. 1. Changes in Haugh unit of eggs laid from the hens supplemented with *Opuntia humifusa* (OPH) and organic sulfate (MSM) during storage. *Significant difference among the 4 different groups p<0.05. ^{a,b}Means with different alphabets were significantly different at p<0.05 according to the Tukey test.

않은 대조군에 비해 난백과 난황의 색도에는 큰 영향을 미치지 않았다(Table 5). 저장기간에 따른 신선도의 변화를 조사하기 위해서 계란을 4°C에서 5일, 10일 동안 보관하였을 때 Haugh unit과 점도의 변화를 측정하였는데 Haugh unit는 저장기간이 증가함에 따라 급격히 감소하였다(Fig. 1). 천연초, 식이유황, 또는 천연초+식이유황을 첨가한 사료를 급여한 산란계에서 생산한 계란의 Haugh unit가 대조군에 비해 현저하게 높게 유지하여서 천연초가 저장기간이 지남에 따라 Haugh unit의 감소가 지연되어 시간이 지나도 어느 정도 신선도가 유지되었다. 또한 난백과 난황의 점도도 저장기간이 경과함에 따라 급격히 감소하였는데 천연초, 식이유황, 또는 천연초+식이유황군에서 난백과 난황의 점도의 감소를 지연시켰다(Fig. 2). 그러므로 산란한 후에 신선도나 점도 정도가 저장기간 중에 신선도를 유지하는데 중요한 역할을 하는 것으로 여겨진다. 옷나무 추출액을 사료에 첨가하였을 때 신선도가 향상되었으며 저장기간에 따른 Haugh unit의 감소가 지연된다는 것을 보여주었다(5).

관능검사

훈련된 관능검사 패널을 대상으로 관능검사를 하였을 때 결과는 Table 6에 주었다. 난황과 난백의 색과 구수한 맛은 대조군, 천연초군, 식이유황군, 천연초+식이유황군에서 큰

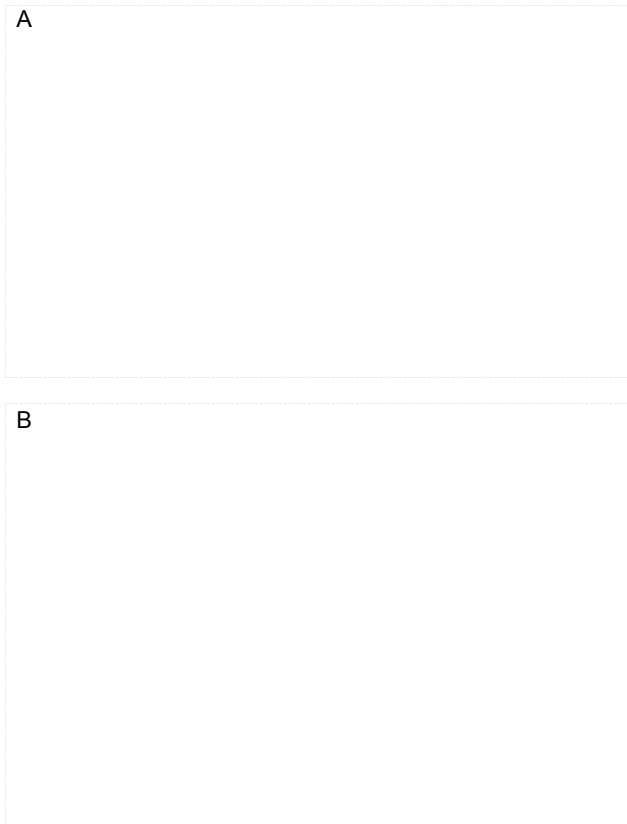


Fig. 2. Changes in viscosity of egg white (A) and egg yolk (B) laid from the hens supplemented with *Opuntia humifusa* (OPH) and organic sulfate (MSM) during storage. *Significant difference among the 4 different groups $p < 0.05$. ^{a,b}Means with different alphabets were significantly different at $p < 0.05$ according to the Tukey test.

차이가 없었다(Table 6). 그러나 질감, 단백한 맛, 비린맛 등은 대조군에 비해 천년초, 식이유허군, 또는 천년초+식이유허을 투여한 군의 계란의 난백과 난황 모두에서 모두 선호도가 높았다(Table 6). 결과적으로 전체적인 기호도도 천년초, 식이유허 또는 천년초+식이유허을 투여한 군의 난백과 난황이 대조군에 비해 높았다(Table 6). 그러나 천년초, 식이유허 또는 천년초+식이유허군에서 생산한 계란의 난백과 난황 사이에는 관능검사의 결과에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 계란에 대한 관능검사를 한 경우가 없어서 결과를

비교하기 어려웠으나 인진쑥이나 쌀겨를 첨가한 사료를 급여한 돈육의 육질을 비교하기 위한 관능검사를 한 연구들이 있어서 이들을 참조하여 진행하였다. 이들의 연구에서는 항산화나 항균 성분이 있는 천연물을 사료에 첨가하였을 경우 육즙 손실, 육색, 마브링이 돈육에 대한 종합적인 기호도를 향상시킨다고 보고하였다(19,20). 그러므로 천년초나 식이유허을 첨가한 사료를 급여하였을 때 계란의 관능적 특성도 향상시키는 것으로 사료된다.

요 약

천년초에는 유기산이 다량 함유되어 있을 뿐 아니라 항균 효과가 탁월하다는 보고가 있고, 식이유허도 체내 기능을 향상시켜 산란계의 계란 생산성 및 품질을 향상시킬 가능성이 있다는 보고가 있다. 그러므로 본 연구에서는 산란계에게 천년초와 식이유허을 사료에 첨가한 기능성 사료를 산란계에게 급여할 때 계란의 생산성과 품질 및 관능적 특성을 향상시키는 지를 조사하였다. 실험은 35주령의 Lohmann Brown 산란계 총 640마리를 4 처리 8 반복, 반복당 20수씩 완전임의배치를 하여 1) 천년초 0.12%, 2) 식이유허 0.1%, 3) 천년초 0.12%+식이유허 0.1% 또는 4) 물(대조군)을 사료에 골고루 혼합하여 5주 동안 급여하였다. 산란율, 계란 중량, 중량별 계란 생산량, 사료효율은 세군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 파란율은 천년초, 식이유허, 또는 천년초+식이유허을 급여한 군이 대조군에 비해 높았고 이러한 차이는 난각두께와 난각강도가 높은 것과 관련이 있었다. 계란의 신선도를 나타내는 Haugh unit, 난백과 난황의 점도도 천년초, 식이유허, 또는 천년초+식이유허을 급여한 군이 대조군에 비해 높았다. 천년초군이 식이유허군보다 신선도가 높은 경향을 나타내었지만 통계적으로 유의하지는 않았고 천년초+식이유허군도 천년초군이나 식이유허군과 차이가 없었다. 또한, 저장기간에 따른 계란의 신선도도 천년초, 식이유허, 또는 천년초+식이유허을 급여한 군이 대조군에 비해 높았다. 훈련된 대학생을 대상으로 난백과 난황에 대한 관능검사를 하였을 때도 난백과 난황에서 모두 질감, 달걀 특유의 비린맛, 느끼함 등에 대한 선호도

Table 6. Sensory test results of eggs laid from the hens supplemented with *Opuntia humifusa* (OPH) and organic sulfate (MSM)

	Egg white				Egg yolk			
	OPH	MSM	OPH+MSM	Control	OPH	MSM	OPH+MSM	Control
Color	3.7±0.7	3.5±0.7	3.6±0.6	3.6±0.7	3.8±0.7	3.8±0.7	3.7±0.8	3.7±0.7
Texture	4.2±0.8 ^a	4.3±0.8 ^a	4.3±0.7 ^a	3.2±0.7 ^b	3.9±0.7 ^a	4.1±0.8 ^a	4.3±0.9 ^a	3.2±0.6 ^{b*}
Less fishy taste	3.9±0.6 ^a	3.8±0.6 ^a	4.0±0.7 ^a	3.3±0.6 ^b	3.7±0.5 ^a	3.7±0.9 ^a	3.9±1.0 ^a	3.1±0.6 ^{b*}
Delicate flavor	3.8±0.8	3.8±0.8	3.9±0.7	3.7±0.9	3.4±0.5	3.3±0.4	3.5±0.5	3.4±0.7
Less greasy flavor	3.9±0.8 ^a	3.8±0.8 ^a	4.0±0.7 ^a	3.2±0.6 ^b	3.6±0.6 ^a	3.5±0.6 ^a	3.5±0.7 ^a	3.0±0.5 ^{b*}
Overall preference	3.9±0.7 ^a	3.8±0.6 ^a	4.0±0.7 ^a	3.3±0.5 ^b	3.8±0.6 ^a	3.7±0.6 ^a	3.8±0.7 ^a	3.2±0.5 ^{b*}

^aSignificant difference among the 4 different groups $p < 0.05$.

^{a,b}Means in the same row with different alphabets were significantly different at $p < 0.05$ according to the Tukey test.

가 천년초, 식이유황, 또는 천년초+식이유황을 급여한 군이 대조군에 비해 높았다. 결과적으로 천년초 추출물 0.12% 또는 0.1% 식이유황을 산란계의 사료에 첨가하여 급여하였을 때 산란계의 과란율을 감소시키고 저장기간 중에서도 신선도를 유지시키는 등 계란의 품질을 향상시켜 간접적으로 생산성을 향상시켰다. 천년초 추출물과 식이유황을 함께 첨가하였을 때 추가적으로 생산성이나 품질을 향상시키는데 도움이 되지 않았으므로 천년초 추출물 0.12%이나 0.1% 식이유황을 산란계 사료에 첨가함으로써 계란의 품질을 향상시킬 수 있겠다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 농업인 기술 개발 사업과 한국식품연구원원의 지원으로 수행하였고 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Park MK, Kim KW, Kwon KC. 2008. Effect of the mixed herbal medicine for the substitution of antibiotics on the performance of laying hens (II)—Part of laying period and egg quality. *J Environ Sci* 17: 537-546.
2. Jang JS, Lee HJ, Oh BY, Lee JM, Go JM, Kim YH. 2007. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* by organic acid. *Korean J Env Hlth* 33: 403-407.
3. Jang JS, Go JM, Kim YH. 2005. Inactivation of *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* by lactic acid and hydrogen peroxide. *Korean J Env Hlth* 31: 115-119.
4. Ryu KS, Li HL. 2001. Nonruminant nutrition: Effect of feeding various wood vinegar on performance and egg quality of laying hens. *J Anim Sci Technol Kor* 43: 655-662.
5. Kang HK, Kang GH, Na JC, Yu DJ, Kim DW, Lee SJ, Kim SH. 2008. Effects of feeding *Rhus verniciflua* extract on egg quality and performance of laying hens. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 610-615.
6. So KS, Park YH, Joung IY, Ko BS, Hong SM, Park S. 2009. The effects of the fermentation broth of fruits and vegetables on antimicrobial activity and egg quality with its supplementation in feed. *J Appl Biol Chem* 52: 77-83.
7. Lee KS, Kim MG, Lee KY. 2004. Antimicrobial effect of the extracts of cactus Chounnyouncho (*Opuntia humifusa*) against food borne pathogens. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1268-1272.
8. Lee YC, Hwang KH, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 847-853.
9. Kang HK, Kim DW, Na JC, Yu DJ, Lee SJ, Kim SH. 2008. Effects of feeding high and low Ca additive on laying performance and egg quality in laying hens. *J Anim Sci Technol Kor* 50: 799-806.
10. Lee KS, Oh CS, Lee KY. 2005. Antioxidative effect of the fractions extracted from a Cactus Cheonnyuncho (*Opuntia humifusa*). *Korean J Food Sci Technol* 37: 474-478.
11. Jang HD, Yoo JS, Chae SJ, Park SL, Kim IC, Park JC, Jung HJ, Kim YH, Kim IH, Seok HB. 2006. Effects of dietary of methyl sulfonyl methane on growth performance and meat quality characteristics in growing-finishing pigs. *Korean J Intl Agric* 18: 116-120.
12. Cho JH, Min BJ, Kwon OS, Shon KS, Jin YG, Kim HJ, Kim IH. 2005. Effects of MSM (methyl sulfonyl methane) supplementation on growth performance and digestibility of Ca and N in pigs. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 361-365.
13. Kim EM. 2002. The effects of supplementation of ascidian tunic shell into laying hen diet on egg quality. *J Anim Sci Technol Kor* 44: 45-54.
14. Moon ES, Ko MH. 2006. Quality grade of eggs in the food stores. *Safe Food* 1: 23-26.
15. Kang HK, Kang GH, Kim DW, Lee SJ, Kim SH. 2008. Effect of peel and whole crop of kale and *Angelica keiskei* Koidz on fatty acid composition and quality of eggs. *Korean J Food Sci Ani Resour* 28: 645-650.
16. Hong JW, Kim IH, Kwon OS, Han YK, Lee SH. 2002. Influence of probiotics supplementation on egg quality and excretal noxious gas in laying hens. *J Anim Sci Technol Kor* 44: 213-220.
17. Kim JD, Jang JI, Yu MI, Jeong HU, Kwon CH, O DS, Kim CH. 2004. Effect of krill meal as a feed additive in laying hen diets. *Korean J Intl Agric* 16: 110-116.
18. Kim EM, Choi JH. 2000. Effect of supplementation of dried red crab meal into laying hen diet on egg yolk pigmentation. *J Anim Sci Technol Kor* 42: 289-298.
19. Kim IS, Jin SK, Kang SN. 2009. Effects of feeding mugwort powder on meat composition and sensory characteristics in gilt. *Korean J Food Sci Ani Resour* 29: 68-74.
20. Kim DY, Choi DH, Park HS, Han GD, Fan JP. 2007. Effects of fermented rice bran addition on the quality improvement of pork. *Korean J Food Sci Technol* 39: 608-613.

(2009년 10월 26일 접수; 2009년 11월 9일 채택)