

Lycopene의 첨가 급여가 계란의 품질에 미치는 효과

김교식 · 홍지애 · 김정우[†]

단국대학교 생명자원과학대학 동물자원학과

Effects of Lycopene as a Feed Additive on the Quality of Chicken Eggs

K. S. Kim, J. A. Hong and J. W. Kim[†]

Department of Animal Science & Resources, Dankook University

ABSTRACT This experiment deals with lycopene-enriched egg production in chicken and their effects on egg quality, especially antioxidant status of eggs upon their long term storage. Forty two laying hens (Hyline, 36 weeks of age) were assigned randomly to 1 of 2 diets containing 0 mg and 2 mg lycopene per kilogram feed for 4 weeks. There was a comparable concentration of lycopene in egg yolk (1.57 $\mu\text{g}/1\text{ g}$ yolk) of chickens supplemented with dietary lycopene. No measurable concentration of lycopene was detected in egg yolk of chickens fed the control diet. Dietary lycopene supplementation increased egg yolk color ($p<0.01$), egg yolk height ($p<0.08$), egg yolk diameter ($p<0.19$), egg shell intensity ($p<0.19$), egg white height ($p<0.33$), and Haugh unit ($p<0.34$). After 4 week of storage of eggs in room temperature, lycopene treated eggs were tested for freshness. The ESI, EYH, EWH, HU, and EYC of lycopene treated eggs were comparably higher than those of control groups, even though there was not statistically significant difference between two groups whereas EYD of the control group was smaller than that of lycopene treated group. In conclusion, dietary lycopene supplementation to chickens might be improved egg quality.

(Key words : lycopene, feed additives, egg quality, chicken)

서 론

Lycopene은 천연 carotenoids의 한 성분으로 과일과 채소에 주로 존재하며, 특히 토마토, 수박, 구아바, 자주빛 포도, 아프리카코트에 함유되어 있다. 사람에서 토마토나 그 가공식품을 섭취하면 혈중 lycopene 수준이 증가되고 지방, 단백질과 DNA의 산화적 손상이 감소하는 것으로 보고되고 있다 (Agarwal & Rao, 1998; Rao & Shen, 2002). 또한, Lycopene을 직접적으로 식품에 첨가 섭취하게 되면 암 발생 위험이 감소된다(Kucuk, 2002; Kucuk et al., 2001, 2002; Sharoni et al., 1997).

이러한 항산화 물질들은 단일산소를 소멸시키며 과산화수소기를 제거시키는 과정을 돕는 항산화 효과(Burton & Ingold, 1984)가 있어서, 반응성 산소와 반응하여 발생되는 세포 손상을 방어하여 조직을 보호한다 (DiMascio et al., 1989; Rao & Agarwal, 1999; Rao & Shen, 2002). Lycopene은 세포 성장시 생성하는 단백질을 하향 조절하여 세포주기의 진행을

정상화 한다(Wertz K et al., 2004).

항산화 물질은 동물성 식품의 육색소, 산화 안정성, 부드러움 그리고 보존성 등을 향상시킨다(Flachowsky, 2000; Flachowsky et al., 2002). 가금 산물인 다리근육과 계란의 TBARS(thio-barbituric acid reactive substances) 수치와 사료내 함유 항산화 물질의 수준 간에는 역의 관계가 존재하여 TBARS 수치가 낮을수록 항산화 효과가 있다(Guo et al., 2001). 한편, carotenoid중의 다른 종류이며 lycopene과 유사한 구조를 가진 lutein의 체내 흡수는 시금치와 같은 야채를 통하여 섭취하는 것보다 계란의 난황을 통하여 섭취하는 것이 생물학적 이용도(Bioavailability)가 더 높다고 하였다(Chung et al., 2004).

산란기에 lycopene 또는 토마토 가공부산물을 급여하면 lycopene 성분이 계란으로 이전되어 난황에 축적되고 난황 색도가 상승하였다(Kang et al., 2003; Chung et al., 2004). 폐추리에서도 사료 중의 lycopene(Sahin et al., 2008) 또는 carotenoids(Karadas et al., 2006)가 난황색상 또는 항산화계에 미치는 영향이 연구되었다. 그러나 최근까지 lycopene이 계란

[†] To whom correspondence should be addressed : kijuw@dankook.ac.kr

의 품질 특성과 지방의 과산화 작용에 미치는 영향에 대하여 보고된 연구 논문은 매우 한정되어 있다.

따라서 본 연구는 산란계 사료에 첨가 급여한 lycopene이 계란의 난황 중에 전이된 lycopene 함량과 lycopene 함유 계란의 각종 품질 특성들과 이들 계란의 장기보존에 따른 품질의 변화상을 조사하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험 동물 및 실험 설계

본 시험은 36주령 Hy-line Brown(산란계) 42수를 공시하였고, 2주간의 적응 사육 기간을 제외한 6주간의 사양 시험을 실시하였다. 시험 설계는 대조군(lycopene 무처리구)과 lycopene 2 ppm 첨가구로 구성하였고, 각 처리당 3반복, 반복당 7수씩 완전 임의 배치하여 실험을 실시하였다.

Lycopene은 DSM(Switzerland)사의 Redvivo(Lycopene 10% 분말) 제품을 구입하여 사용하였다.

본 시험에 이용한 시험 사료는 국내 D 사료 회사의 상용 산란계 사료를 대조군 사료로 이용하였다. 첨가군 사료는 동일회사에 의뢰하여 대조군 사료에 lycopene을 2 ppm 농도(20 mg Redvivo/kg feed)가 되도록 첨가 제조한 시험 사료를 공급을 받아 사용하였다.

사료와 물은 전체 시험 기간 동안 자유 급식하였으며 점등 시간은 전 기간 동안 일일 17시간으로 조절하였다. 채란은 매일 오후 5시에 실시하였고, 매일 산란계의 건강 상태를 조사하였다.

2. 조사 항목

1) 산란율 및 난중

산란율은 사양 시험 기간 중 매일 집란하여 처리구별로 총 산란수를 사육수로 나누어 백분율로 표시하였으며, 난중은 집란한 계란을 전자 저울을 이용하여 개체별로 측정하였다.

2) 난각 강도 및 난황색

난각 강도는 난각 강도계(1-63-11 Ozaki NFG. Co Ltd, Japan)를 이용하였으며, 난황색은 Yolk color fan(Roche, Switzerland)를 이용하여 난황의 색도를 측정하였다.

3) 난황 계수 및 호우 유닛

난황 계수는 Ozaki사의 캘리퍼를 이용하여 난황의 높이와

직경을 측정하여 Sauter 등(1951)의 방법에 의하여 난황의 높이를 난황의 직경으로 나누어 계산하였다. 호우 유닛은 ($HU = 100 \times \log(H - (1.701 \times W^{0.37}) + 7.56)$) 방법(Haugh, 1937)으로 난백고(H)와 난중(W)을 공식에 이용하여 구하였다.

4) 계란의 보존성(신선도 유지) 조사

사양 시험 경과 4주경에 수거한 계란 중 처리구별로 각각 10개씩 선별하여 실온(25 °C)에서 2주 및 4주 동안 보관하면서 EYC(난황색), EYH(난황고), EWH(난백고), EYD(난황직경), EYE(난황 계수) HU(호우유닛) 등을 측정하여 계란의 신선도 유지에 대한 조사를 하였다.

3. Lycopene 측정

난황 중 lycopene의 측정을 위하여, 시험 시작 2주와 4주에 lycopene 처리군과 대조군의 반복(3반복)별로 각각 10개씩의 계란을 수집하여 이로부터 각 2 g 씩의 난황을 취득하여 혼합(pooling)하였다. 혼합된 난황 sample을 각 처리구당 3개씩 제작하였다. 제작된 혼합 sample들을 HPLC(Shimadzu CLASS-VP, Japan)를 이용하여 lycopene 농도($\mu\text{g}/1 \text{ gr. yolk}$)를 측정하였다.

1) 비누화 반응

난황에서의 lycopene 함량을 추출하기 위하여 냉장 보관된 대조군 및 실험구 계란의 난황을 각 2.0 g씩 정량하여 50 mL 코니칼 튜브(conical tube, SPL社)에 넣은 후, 각각의 튜브에 100 mg/mL Vit C(Merck, USA) 모액(stock solution) 10 mL을 넣은 후 1분간 강하게 교반하였다. 이후, 각각의 sample에 2% NaOH 용액 10 mL를 넣고 1분간 동일한 방법으로 교반한 후 초음파 세척기(branson, USA)를 이용하여 60 °C에서 30분간 반응시켜 비누화(saponification) 반응을 수행하였다. 비누화가 완료된 후 이를 유기용매를 이용하여 lycopene을 추출하였다.

2) 헥산(Hexane)을 이용한 Lycopene 추출

초음파 세척기에서 반응을 완료한 후, 각각의 sample들에 Hexane(Junsei, Japan) 25 mL를 첨가하여 30초간 교반하여 섞어준 후, 이를 4,000 rpm에서 20분간 원심분리하였다. 원심분리 후 상층액만을 따로 옮기고 동일한 방법으로 hexane을 이용하여 재추출을 실시하였다. 원심분리가 끝난 후 상층액을 기존에 추출된 용액과 섞은 후 감압증발기(Evaporator; EYELA, Japan)를 이용하여 25 °C에서 추출된 시료들을 농축 및 증발시켜 hexane을 완전히 제거하였다. 이후 각각의 시료

들은 HPLC급 메탄올(Fisher, USA) 1mL에 완전히 녹여낸 후 HPLC 분석을 수행하였다.

3) 고성능 액체크로마토그래피(HPLC)를 이용한 Lycopene 분석

HPLC는 Shimadzu社의 SCL-10A를 이용하였으며, 분석에 사용된 컬럼(column)은 VP-ODS C18 컬럼(250 × 4.6 mm, Shimadzu, Japan)을 사용하였다. 이동상은 메탄올(methanol)과 아세톤(acetone)을 1:9의 비율로 하였으며, 각각의 시약들은 HPLC급의 용매를 사용하였다. 이동상의 유속은 1.0 mL/min으로 하였으며 450 nm 파장에서 계측하였다. Lycopene의 표준시약으로는 Fluka社의 lycopene 표준시약을 1 mg/mL로 녹인 후 20 ul 주입하여 HPLC 분석을 하였으며, 대조구 및 실험구 시료들도 동일한 방법에 따라 20 ul 주입하여 HPLC 분석을 수행하였다. 분석이 완료된 후 표준시약의 크로마토그램(Chromatogram)을 기준으로 시료들의 크로마토그램을 분석하여 시료내의 lycopene 함량을 측정하였다.

4. 통계 처리

SAS 통계처리 프로그램(GLM)을 이용하여 완전 임의 배치법(2 처리 × 3 반복)에 의거 실시하였다. 모든 데이터는 자연대수로 변수 변환한 후 통계 처리에 활용하였으며, 각 처리군의 평균간 비교는 T 검정(LSD) 방법에 의거 검정하였다. (SAS, 1999).

결과 및 고찰

1. 난황 중 Lycopene의 함량

사양 시험 2주경과 4주경에 수집한 계란을 이용하여 반복 구별로 pooling한 난황을 추출하여 제작된 난황 추출액 sample을 HPLC에서 측정된 결과 lycopene 처리군의 계란 중 lycopene 농도는 난황액 1 g당 각각 약 1.56 μg과 1.57 μg 이었으며, 대조군의 계란에는 lycopene의 함량이 없는 것으로 나타났다(Table 1).

본 연구의 결과는 Kang et al.(2003)이 산란계를 이용한 실험에서 사료중에 lycopene을 첨가하여 급여 시 lycopene 성분이 계란의 난황으로 이전되어 축적된다는 보고와 유사한 수준으로 나타났다.

일반적으로 계란 1개(60 gram)중 난황의 무게를 약 15 gram으로 산정하면 lycopene 첨가군의 계란 1개에 축적되어 있는 lycopene 함량은 약 23.5 μg으로 계산되었다.

Table 1. The changes of lycopene concentration in egg yolk

Items	Week 2 (n=20)		Week 4 (n=20)	
	Control	Lycopene	Control	Lycopene
Yolk (μg/1 gram)	ND ¹	1.56 ± 0.15 ²	ND	1.57 ± 0.17
One egg (yolk : 15 gram)	ND	23.4 ± 0.30	ND	23.6 ± 0.34

¹ ND: Not detected.

² Mean ± SD.

사양 시험 2주경의 처리군의 난황 중 lycopene 함량 수준(23.4 μg)은 4주경의 수준(23.6 μg)과 유사하였다(Fig. 1). 즉, 동일 수준의 lycopene 첨가 사료를 지속적으로 급여하여도 난황 내 lycopene의 함량은 급여 기간의 경과에 따라 누적적으로 증가되지 않는 것으로 나타났다. 이 결과는 토마토의 지속적 섭취가 체내 lycopene의 함량을 비례적으로 축적시키지는 않는다는 최신 연구 보고와 일치하였다 (Smith et al., 2005; Edwards et al., 2006).

Sahin et al.(2006)이 메추리를 대상으로 수행한 연구 보고에 의하면 lycopene의 농도를 100 ppm과 200 ppm의 수준으로 첨가 급여 시 사양 12주경의 난황 중 lycopene의 농도가 각각 22.4 μg/g/yolk와 28.5 μg/g/yolk로 보고하였다. 이 결과는 본 연구에서 수행한 lycopene 농도의 50~100배 첨가 급여 후의 농도로 본 연구 결과의 난황 중 전이된 lycopene의 농도의 15~18배 높은 수준이었다.

Kang et al.(2003)도 본 연구에서보다 6 배 높은 수준으로 급여하였으나 난황 중 lycopene의 농도는 1.88 μg/g/yolk로서 본 연구 결과(1.56 μg)와 유사하였다.

또한, Smith et al.(2005)은 실험용 쥐에게 lycopene을 처리 수준별로 체중 kg 당 매일 10, 50 및 250 mg 수준으로 52주간 급여한 결과 250 mg 첨가군의 혈중 lycopene의 농도가 가

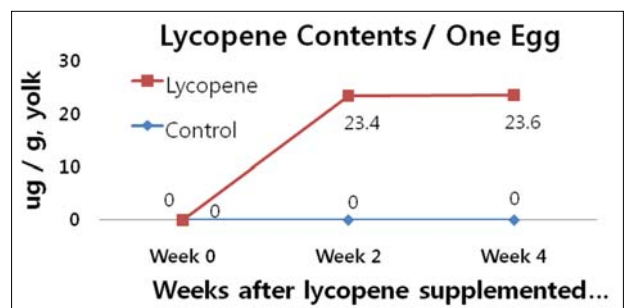


Fig. 1. Weekly changes of lycopene contents in egg yolk of laying hens fed with lycopene supplemented diet.

장 높게 증가하였으나, 증가의 현상은 급여 수준별에 따라 비례적으로 증가하지 않았으며, 사양 실험 종료 후 6주경에는 전 처리군의 혈중 lycopene은 거의 소실되었거나 극미량의 수준이었다고 보고하였다.

한편, Kang et al.(2003)은 lycopene의 농도를 4, 8 및 12 ppm의 3단계 수준으로 산란계에 급여할 경우, 급여 8일경의 농도에 비하여 16일경에는 난황 중 lycopene의 농도가 급여 수준별 및 급여 기간별로 비례적으로 증가(난황 1 g당 각각 0.3~0.7 μ g, 0.6~1.2 μ g, 0.9~1.88 μ g)하는 것으로 보고하였다.

그러나 Kang et al.(2003)의 결과는 사양 시험의 기간이 약 2 주간으로서 상기 다른 연구자의 사양 시험 기간에 비하여 매우 짧았으며, lycopene의 체내 흡수율 및 체내 축적에 소요 되는 시간과 반감기 등을 감안해 보면 난황 중 lycopene의 농도 변화는 급여 시작부터 2주경까지의 단기간 내에서 관찰하는 것 보다 10주경 이후까지의 기간을 통하여 조사하는 것이 난황 중 lycopene의 축적과 관련된 전 기간 동안의 변화 양상을 관찰하는 것이 객관적인 것으로 사료된다.

난황으로 전이된 lycopene의 농도 수준이 첨가 급여의 수준에 비례하지 않는다는 여러 연구자들의 결과를 근거로 추후 산업적 차원에서 lycopene의 경제적 적정 급여 수준을 구명하기 위한 체계적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2. 계란의 품질

사양 시험 전 기간 중 채란된 계란을 주별로 구분하여 난

중, 난각 강도, 난황색, 난황 계수 및 호우 유닛을 조사하였다.

Table 2에서 나타난 바와 같이 사양 시험 4주경의 lycopene 첨가군의 난황색 ($p<0.01$)은 대조군에 비하여 유의적으로 높은 수치를 보였다. 이외에도 처리군간에 통계적 유의성은 인정되지 않았으나 lycopene 첨가군의 난황고($p<0.08$), 난황 직경($p<0.19$), 난각 견실도($p<0.19$), 호우 유닛($p<0.34$), 난백고($p<0.33$)도 대조군에 비하여 다소 높은 수치를 보였다. 각 처리군간에 난황의 차이는 없는 것으로 나타났다.

Lycopene 첨가군의 난황색에 대한 다른 연구 결과에서도 대조군에 비하여 첨가군의 난황색이 유의적으로 높은 수치를 보였다 (Smith et al., 2005; Edwards et al., 2006; Lászlo et al., 2005; Kang et al., 2003).

사양 시험 4주경 첨가군의 난황 계수(0.461)는 대조군(0.451)보다 높은 수치를 보였고, 호우 유닛은 첨가군의 수치가 88.1로서 대조군의 85.4보다 높았다. 일반적으로 특이 활성 물질의 첨가 급여가 계란의 호우 유닛 수준의 변화에는 둔감하게 반응하는 것으로 보고되었으나 라이코펜의 첨가 급여 시 호우 유닛이 증가한다는 Eisen et al.(1962)의 보고와 일치하였다.

상기의 결과는 lycopene의 첨가 급여가 계란의 신선도와 난황의 품질 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단되며, 추후 이와 관련된 좀 더 구체적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

3. 계란의 보존성

Lycopene 첨가 사료를 급여한 산란계로부터 생산된 계란

Table 2. Effects of dietary lycopene supplementation to laying hens on egg quality

Variable ¹	2 weeks after dietary lycopene feeding (2 mg/kg)			4 weeks after dietary lycopene feeding (2 mg/kg)		
	Control ²	Treatment ²	T-test ³	Control	Treatment	T-test ³
Egg weight (g)	58.1 ± 4.46 ⁴	58.1 ± 3.70	ns	58.1 ± 4.32	58.2 ± 2.42	ns
EYC (unit)	6.0 ± 0.82	7.7 ± 0.48	**	5.9 ± 0.99	8.0 ± 0.82	**
ESI (kg/cm ²)	3.5 ± 0.46	3.6 ± 0.48	ns	3.4 ± 0.54	3.7 ± 0.53	ns
EYH (mm)	17.4 ± 1.31	17.3 ± 0.96	ns	16.9 ± 1.00	17.7 ± 0.95	ns
EWH (mm)	8.2 ± 1.86	8.4 ± 1.09	ns	7.3 ± 1.36	7.8 ± 0.78	ns
EYD (mm)	37.3 ± 1.64	36.7 ± 1.64	ns	37.5 ± 1.07	38.4 ± 1.78	ns
HU (unit)	90.1 ± 10.39	91.7 ± 5.71	ns	85.4 ± 7.65	88.1 ± 4.60	ns

¹ EYC (Egg yolk color), ESI(Egg shell intensity), EYH(Egg yolk height), EWH(Egg white height), EYD(Egg yolk diameter), HU(Haugh unit).

² Number of eggs per treatment are 20.

³ Statistical significance between control and treatment groups : ns: non significant, ** $p<0.01$.

⁴ Mean ± SD.

의 보존성을 조사하기 위하여 난황 중 lycopene 함량이 확인된 사양 시험 4 주경의 계란을 수거하여 실온에서 4주간 보관한 후 처리군별 계란 품질에 대한 측정을 실시하였다(Table 3).

계란을 실온에서 4주간 보관시킨 후, 이들의 품질을 측정 한 결과, lycopene 첨가군의 난중(EWT), 난각 견실도(ESI), 난황고(EYH), 난백고 (EWH), 호우 유닛(HU) 수치가 전반적으로 대조군의 계란보다 다소 높은 경향을 보였으나, 이들간에는 통계적으로 유의성은 없었다. 반면에 첨가군의 난황색(EYC)은 대조군에 비하여 유의적으로 높은 수치를 보였다($p<0.01$).

한편, 저장 4주 후의 첨가군의 난백고와 난황고는 대조군보다 크고 난황 직경(EYD)은 대조군보다 작게 나타났다. 두 처리군간에 유의적 차이는 없으나 이 현상은 첨가군의 호우 유닛 수치를 대조군보다 크게 하는 데 영향을 미친 것으로 추정된다.

한편, 4주간의 보관기간 중 품질의 증감을 변화 정도를 보면 난황색, 난황고, 난황 직경은 처리군이 대조군보다 더 감

소한 반면에 난백고와 호우 유닛은 대조군에서 더 감소하였다. 저장 4주 후의 호우 유닛 수치 비교에서도 기술하였듯이 처리군의 난황 직경의 증가율과 난백고의 감소율은 처리군의 호우 유닛의 감소율을 대조군보다 낮게 유지하는데 영향을 미친 것으로 사료된다.

이와 같은 결과는 lycopene의 생물학적 기능 중의 하나인 항산화 기능이 계란의 장기간 보관에 있어서도 대조군의 계란보다 신선도 유지를 연장하는데 긍정적인 영향을 미친 것으로 추정된다.

본 결과를 더욱 객관적으로 구명하기 위하여는 추후 lycopene의 급여 수준과 연관된 품질의 저장성에 관련된 연구가 더욱 큰 시험 규모로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

적 요

산란계 사료에 lycopene을 첨가 급여하여 생산된 계란의

Table 3. The changes of egg quality during the day of laying and four weeks of storage at room temperature

Items ¹	Treatment ²	Eggs stored at room temperature for			
		Fresh	4 weeks	Statistical significance ³	Rate of changes ⁴ (%)
EWT (g)	Control	56.8 ± 4.18 ⁵	55.0 ± 6.23	ns	-3.2
	Lycopene	58.7 ± 3.00	56.5 ± 3.12		-3.7
ESI (kg/cm ²)	Control	3.5 ± 0.54	3.5 ± 0.52	ns	-0.0
	Lycopene	3.7 ± 0.53	3.7 ± 0.54		-0.0
EYC (unit)	Control	5.9 ± 0.99	5.6 ± 0.97	**	-5.1
	Lycopene	8.0 ± 0.82	7.2 ± 0.79		-10.0
EYH (mm)	Control	16.9 ± 1.00	9.0 ± 1.50	ns	-46.7
	Lycopene	17.7 ± 0.95	9.3 ± 1.78		-47.5
EWH (mm)	Control	7.3 ± 1.36	4.0 ± 0.71	ns	-45.2
	Lycopene	7.8 ± 0.78	4.3 ± 0.54		-44.9
EYD (mm)	Control	37.5 ± 1.08	47.8 ± 3.49	ns	+27.5
	Lycopene	38.4 ± 1.78	47.4 ± 2.95		+23.4
HU (unit)	Control	85.4 ± 7.65	60.7 ± 6.92	ns	-28.9
	Lycopene	88.1 ± 4.60	64.1 ± 5.09		-27.2

¹ EWT (Egg weight), ESI (Egg shell intensity), EYC (Egg yolk color), EYH (Egg yolk height), EWH (Egg white height), EYD (Egg yolk diameter), HU (Haugh unit).

² Number of eggs per treatment are ten.

³ Statistical significance between control and lycopene treatment groups after 4 weeks of storage; ns: non significant, ** $p<0.01$.

⁴ Rate of changes (%): Increasing rate or decreasing rate (%) of each treatment during 4 weeks of storage.

⁵ Mean ± SD.

난황 중에 전이된 lycopene의 함량을 급여 기간별로 확인하고, lycopene 함유 계란의 난황색, 난중, 난각 강도, 난황고, 난백고, 난황 직경, 난황 계수와 Haugh Unit(호우 유닛) 등 계란의 각종 품질 특성과 이들 계란의 장기 보존에 따른 품질의 변화상을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 결과 lycopene 처리군의 계란 중 lycopene 농도는 난황액 1 gram 당 각각 약 1.56 μg 과 1.57 μg 이었으며, 대조군의 계란에는 lycopene의 함량이 없는 것으로 나타났다.
2. 사양 시험 2주경의 처리군의 난황 중 lycopene 함량 수준(23.4 μg)은 4주경의 수준(23.6 μg)과 유사하였다. 즉, 동일수준의 lycopene 첨가 사료를 지속적으로 급여 하여도 난황 내 lycopene의 함량은 급여 기간의 경과에 따라 누적적으로 증가되지 않는 것으로 나타났다.
3. Lycopene 첨가군의 난황색 ($p < 0.01$)은 대조군에 비하여 유의적으로 높은 수치를 보였다. 이외에도 처리군간에 통계적 유의성은 인정되지 않았으나 lycopene 첨가군의 난황고($p < 0.08$), 난황 직경($p < 0.19$), 난각 견실도($p < 0.19$), 호우 유닛($p < 0.34$), 난백고($p < 0.33$)도 대조군에 비하여 다소 높은 수치를 보였다. 각 처리군간에 난황의 차이는 없는 것으로 나타났다.
4. 계란을 실온에서 4주간 보관시킨 후, 이들의 품질을 측정한 결과, Lycopene 처리군의 난황색(EYC)은 대조군에 비하여 유의적으로 높았으나($p < 0.01$), 그 이외의 항목에서는 유의적 차이가 없었다. 저장 4주 후의 첨가군의 난백고와 난황고는 대조군 보다 크고 난황 직경(EYD)은 대조군보다 작게 나타났다. 이 현상은 첨가군의 호우유닛 수치를 대조군보다 크게 하는 데 영향을 미친 것으로 추정된다.

사 사

이 연구는 2006년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었으며 이에 감사를 드립니다.

인용문헌

Agarwal S, Rao AV 1998 Tomato lycopene and low-density lipoprotein oxidation: A human dietary intervention study. *Lipids* 33:981-984.
 Association of Official Analytical Chemists 1990 Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Alington, VA

Burton GW, Ingold KU, 1984 Beta-carotene: An unusual type of lipid antioxidant. *Science* 224:569-573.
 Chung HY, Rasmussen HM, Johnson EJ 2004 Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men. *Journal of Nutrition* 134(8): 1887-93.
 DiMascio P, Kaiser S, Sies S 1989 Lycopene as the most effective biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 274:532-538.
 Edwards JA, Smith T, Schierle J, Decker-Ramanzina N 2006 Lycopene 10% WS beadlets (Ro 01-9251): 104 week oral (dietary) administration carcinogenicity study in the rat. Unpublished report No. 2285/001 (DSM No. 2500022) from Covance Laboratories Ltd, Harrogate, United Kingdom. Submitted to WHO by DSM Nutritional Products Ltd, Basel, Switzerland.
 Eisen EJ, Bohren BB, Mckean HE, 1962 The haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Science* 41:1461-1468.
 Flachowsky G 2000 Vitamin E-transfer from feed into pig tissues. *Journal of Applied Animal Research* 17:69-80.
 Flachowsky G, Engelman D, Sunder A, Halle I, Sallmann HP 2002 Eggs and poultry meat as tocopherol sources in dependence on tocopherol supplementation of poultry diets. *Food Research International* 35:239-243.
 Guo Y, Tang Q, Yuan J, Jiang Z 2001 Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. *Animal Feed Science and Technology* 89:165-173.
 Haugh RR 1937 The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Mag* 43:552-555.
 Kang D-K, Kim S-I, Cho C-H, Yim Y-H, Kim H-S 2003 Use of lycopene, an antioxidant carotenoids, in laying hens for egg yolk pigmentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 16(12):1799-1803
 Karadas F, Grammenidis E, Surai PF, Acamovic T, Sparks NHC 2006 Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. *British Poultry Science* 47:561-566.

- Kucuk O, Sarkar F, Sakr W, Djuric Z, Khachik F, Pollak M, et al 2001 Phase II randomized clinical trial of lycopene supplementation before radical prostatectomy. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention* 10:861-868.
- Kucuk O 2002 Chemoprevention of prostate cancer. *Cancer and Metastasis Reviews* 21:111-124.
- Kucuk O, Sarkar F, Sakr W, Khachik F, Djuric Z, Banerjee M et al 2002 Lycopene in the treatment of prostate cancer. *Pure and Applied Chemistry* 74:1443-1450.
- Lászlo B, Zsuzsanna K, Balázs G, Katalin R, Aannamária K, Csaba S 2005 Studies on the effects of lycopene in poultry (hen and chicken). *Animals and Environment* 2:65-68 Proceedings of the XIIth ISAH Congress on Animal Hygiene, Warsaw Poland 4-8.
- Rao AV, Agarwal S 1999 Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases. *Nutrition Research* 19:305-323.
- Rao AV, Shen H 2002 Effect of low dose lycopene intake on lycopene bioavailability and oxidative stress. *Nutrition Research* 22:1125-1131.
- SAS 1999 SAS User's Guide, Version 6.12. Statistical Analysis System. Cary, NC.: SAS Institute Inc.
- Sahin N, Sahin K, Onderci M, Karatepe M, Smith MO, Kucuk O 2006 Effects of dietary lycopene and vitamin E on egg production, antioxidant status and cholesterol levels in Japanese quail. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 19: 224-230.
- Sharoni Y, Giron E, Rise M, Levy J 1997 Effects of lycopene-enriched tomato olerosin on 7,12-dimethyl-benz[a]anthracene-induced rat mammary tumors. *Cancer Detection and Prevention* 21:118-K123.
- Sauter EA, Stadelman WJ, Harns V, McLaren BA 1951 Methods for measuring yolk index. *Poultry Sci* 30:629-630.
- Smith T, Schierle J, Spitzer V, Edwards JA 2005 Lycopene 10% WS Beadlets (Ro 01-9251), 52-week oral (dietary) administration toxicity study in the rat. Unpublished report. No. 2285/002 (DSM No. 25000020) from Covance Laboratories Ltd, Harrogate, United Kingdom. Submitted to WHO by DSM Nutritional Products Ltd, Basel, Switzerland.
- Wertz K, Siler U, Goralczyk R 2004 Lycopene: modes of action to promote prostate health. *Biochemistry and Biophysics* 430:127-134.
- (접수: 2008. 09. 01, 수정: 2008. 09. 17, 채택: 2008. 09. 19)