

미역첨가 사료가 계란의 이화학적 성질에 미치는 영향

조길석
원주대학 식품과학과

Effects of *Undaria pinnatifida* on the Physicochemical Properties of Egg

Kil-Suk Jo

Dept. of Food Science, Wonju National College, Wonju 220-711, Korea

Abstract

This study was performed to investigate the effects of *Undaria pinnatifida* on the physicochemical properties in egg from laying hens fed with 5%, 10% and 15% supplementation, respectively. The increased amount of *Undaria pinnatifida* resulted in the decreased weight of egg, especially in white ones. Darkness, greenness, and blueness of egg yolk and white were increased with the addition of *Undaria pinnatifida*, and such color changes were predominantly observed in egg yolk. Among the analyzed minerals, the contents of Ca, Fe and K were increased to 286.6 mg%, 7.2 mg% and 430.6 mg%, respectively. But amount of P was reduced to 134.2 mg%. Total cholesterol contents were not significantly changed. Major fatty acids were palmitic, oleic and linoleic acid. The contents of omega-3, omega-6 and essential fatty acids were increased to 2.5%, 17.6% and 18.4%, respectively.

Key words : *Undaria pinnatifida*, egg quality, color, fatty acid

서론

미역은 갈조류에 속하는 해조류로서 한국, 일본, 중국 등 극동 아시아 지역에 분포하고, 이를 식용하는 나라는 한국과 일본에 국한되어 있다. 연간 우리나라에서 생산되는 미역은 총 해조류 생산량의 43.5%를 차지할 만큼 그 비중이 크고, 우리 식탁에 없어서는 안 될 품목이다(1). 미역을 구성하는 성분 중 수분을 제외하면 단백질, 탄수화물, 무기질이 주성분인데, 이 중 단백질의 아미노산 조성은 콩, 어육 단백질과 유사하여 영양적으로 우수하며, 무기질은 칼슘, 마그네슘, 유황, 요오드, 철 등이 풍부히 함유되어 있고, 비타민 A 함량은 5550 IU로서 다른 식품재료에 비해 많이 함유되어 있는 것이 특징이다(2,3). 미역에 함유된 탄수화물은 주로 점질성 다당류인 alginic acid, fucoidan, mannit가 전체 다당류의 60%이상을 차지하고, 인체의 소화기관내에서는 소화되지 않기 때문에 칼로리가 적은 식품의 중요한 소재이다(4). 특히 미역의 alginic acid와 fucoidan은

산성 복합 다당류로서 여러 가지 생리활성 기능을 가지고 있다(4-6). 즉, 중금속배출작용(7), 장벽을 자극하기 때문에 정장작용이 탁월하여 대장암의 발생 억제 및 배변촉진 작용(8,9), 혈 중 콜레스테롤의 상승 억제작용(10), 혈당 상승 억제 및 인슐린 절약효과, 식용색소 및 계면활성제 등의 독성 방지효과(7,9,11) 등의 기능 특성이 보고되고 있다.

한편, 식생활의 고급화, 다양화와 더불어 계란의 소비는 급속하게 증가되어 양적 성장은 달성하였다고 생각된다. 그러나 건강 지향적인 소비자들은 콜레스테롤이 적고 기능성이 함유된 계란을 선호함에 따라서, 양계 사료에 기능성이 함유된 성분을 혼합시키하여 양질의 계란을 생산하기 위한 연구가 수행되고 있다. Kim(12)은 우렁챙이 껍질을 양계사료에 첨가하여 생산한 계란의 연구에서 우렁챙이는 합성 착색제(carophyll red)를 대체 할 수 있을 뿐 아니라 난각의 강화제로서의 가능성을 보고하였다. 또한 Kim 등(13)의 양계 사료에 성계 껍질을 첨가한 연구와 Lee 등(14)의 목초액을 첨가 식이한 계란에서 DHA가 높게 나타났다는 연구 결과도 있다. 한편 Sung 등(15)은 키토산을 식이한 연구에서, Lee 등(16)은 칩을 식이한 연구에서, 그리고 Park(17)은 베타 사이클로덱스트린을 식이한 산란계 연구

†Corresponding author. E-mail : ksjo@sky.wonju.ac.kr,
Phone : 82-33-760-8451, Fax : 82-33-760-8450

에서 이들 사료의 첨가는 난황의 콜레스테롤 함량을 낮추어 주는 역할을 한다고 보고한 바 있다.

따라서 본 연구는 다양한 영양특성을 가진 미역을 기존 산란계 사료에 혼합하여 식이 할 경우 생산된 계란의 이화학적 특성을 조사하기 위해, 계란의 무게, 일반성분, 색깔, 무기질, 콜레스테롤 그리고 지방산 조성을 분석하였다.

재료 및 방법

재 료

산란계용 일반사료는 황성 지역의 A사에서 생산되는 것을, 미역은 강원도 주문진 연안에서 수확한 자연산 미역을 사용하였다. 구입한 미역은 연구실로 운송하고 담수에 30분간 수세하여 과량의 소금을 제거하였다. 수세한 미역은 40~50℃로 유지되는 송풍식 건조기에서 건조(함수량; 8±1.4%)하고 80 mesh로 분쇄한 후, 산란계용 일반사료에 0%(대조구), 5%(A 처리구), 10%(B 처리구) 및 15%(C 처리구) 중량 단위로 첨가, 혼합하여 두고 실험용 재료로 사용하였다. 한편 산란계(Isa Brown)는 30주령 200 마리를 원주시 귀래면 소재 귀래농장에서 사육된 것을 사용하였다.

사육방법

산란계는 30 주령된 Isa Brown 200 마리를 사용하였는데, 각 실험구 당 50 마리를 10 마리씩 5개 케이지에서 사육하였다. 제조된 4가지 실험용 사료는 귀래농장에서의 사료 주입 방법에 따라서 1일당 3회, 회당 50~52 g(마리 당) 씩을 주입하였다. 분석용 계란은 사육 후 10주째 계란을 무작위로 채취하여 사용하였다.

일반성분 및 난의 중량

일반성분은 AOAC방법(18)으로 분석하였고, 난의 중량은 각 시험구별로 10개씩 무작위로 취하여 전체무게, 난황 및 난백의 무게를 측정하였다.

난황 및 난백의 색깔 측정

난황 및 난백의 색깔은 Hunter scale에 의한 L, a, b 및 ΔE 값(color difference meter, Minolta Co., Japan)으로 나타내었다.

무기질의 성분분석

무기질 성분(14)은 시료를 동결 건조시킨 후, 분해제(HClO₄/H₂SO₄/H₂O₂ = 9/2/5, v/v/v) 25 mL를 가하여 낮은 온도에서 서서히 가열하여 완전하게 분해하고 여과시켜 100 mL로 정용한 후 이를 시료로 Atomic Absorption Spectrophotometer(Varian Co., Japan)를 사용하여 분석하였다.

콜레스테롤 분석

콜레스테롤 함량(19)은 동결 건조시켜 둔 난황 0.3 g을 취하여 가수분해 용매(95% ethanol : 33% KOH = 94 : 6, v/v) 10 mL에 녹인 후 내부표준물질 5 α -cholestane(2.5 mg/mL)를 0.5 mL 첨가하여 60℃에서 1시간 동안 환류 냉각기 하에서 검화시켰다. 검화시킨 후 물 10 mL과 hexane 5 mL을 가하여 1,000 rpm으로 원심분리하여 상층액을 취하였다. Hexane 층을 모아 질소 가스로 완전히 농축시키고 hexane 1 mL에 다시 녹여 가스크로마토그래피(GC)로 분석하였다. 분석조건은 PT 5% Silicone SE-30 on 80/100 Chromosorb W-HP, 검출기, 시료 주입구 및 관의 온도는 각각 300, 300 및 280℃로 하는 HP 6890을 사용하였다.

지방산 분석

유리 지방산 조성은 Bligh 등(20)의 방법으로 추출, 분리한 지방질을 12.5% BF₃-methanol로 메틸화하여 GC로 분석하였다. 이때 분석 조건은 FID를 사용하는 캐필러리 컬럼(0.25 mm x 30 m, SP-2380)을 사용하였다. 관의 온도를 100℃에서 5분간 유지한 다음 분당 2.5℃ 속도로 230℃까지 승온한 후 5분간 유지하였다. 시료 주입구 및 검출기의 온도는 각각 230℃ 및 250℃ 였으며, 헬륨을 운반기체로 하여 매 분당 40 mL의 속도로 용출 하였다. 지방산의 정량은 적분계(HP 3396, HP, USA)로 구한 다음 총 지방산에 대한 백분율로 나타내었다.

통계처리

본 실험 결과의 통계처리는 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 처리구간의 유의성을 검정하기 위해 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

계란의 중량 및 일반성분

실험에 사용된 일반사료 및 혼합사료의 일반성분을 분석하여 나타낸 결과는 Table 1과 같다. 즉 미역을 첨가하지 않은 산란계용 일반사료(대조구)의 성분 조성은 탄수화물 52.1%, 단백질 19.9%, 회분 11.0%, 지방 4.0%순 이다. 그러나 일반 사료에 미역 분말을 5%(A 처리구), 10%(B 처리구), 15%(C 처리구) 첨가한 혼합사료의 일반성분은 미역의 함량을 5%에서 15%로 증가시키기에 따라서 탄수화물 및 지방 함량은 각각 46.6% 및 3.8%로 감소하는 경향이고, 단백질 및 회분 함량은 각각 23.8% 및 16.9%로 증가하는 경향으로 나타났다. 이와 같은 경향으로 볼 때 일반사료의 성분 조성은, 미역의 경우 보다 지방 및 탄수화물에서 높으나, 단백질 및 무기질은 미역의 경우 보다 적게 함유된 것으로 생각된다(1).

Table 1. Proximate composition of various diets

Diets ¹⁾	Composition(%) ²⁾				
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Nitrogen free extract	Crude ash
Control	13.0±0.37	19.9±0.55	4.0±0.26	52.1±1.94	11.0±0.54
A	11.4±0.25	20.5±0.48	3.9±0.24	50.0±2.04	14.2±0.74
B	9.3±0.13	22.0±0.54	3.9±0.32	48.4±2.03	16.4±0.77
C	8.9±0.14	23.8±0.85	3.8±0.38	46.6±1.68	16.9±0.52

¹⁾Control : 100% commercial diet for laying hen, A : mixed diet with 95% commercial feed and 5% *Undaria pinnatifida*, B : mixed diet with 90% commercial feed and 10% *Undaria pinnatifida*, C : mixed diet with 85% commercial feed and 15% *Undaria pinnatifida*.
²⁾All values are expressed as means±standard deviation.

또한 일반사료 및 혼합사료(A, B 및 C)로 산란계를 10주간 사육 후 생산된 난황의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 즉 미역을 5, 10 및 15%로 증가시키에 따라서 수분 함량은 52.4%에서 51.9%로, 단백질은 18.4%에서 18.7%로, 지방은 26.9%에서 27.0%로, 탄수화물은 0.2%에서 0.3%로, 회분은 2.1%에서 2.1%로 변화하여 전체적으로 수분함량이 약간 감소하고, 단백질 함량이 약간 증가하는 경향이나 대조구와 혼합사료 A, B 및 C 처리구 간의 유의성은 거의 없었다.

Table 2. Proximate composition of egg yolk from layer with the different feeding

Diets ¹⁾	Egg yolk composition(%) ²⁾				
	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Nitrogen free extract	Crude ash
Control	52.4±1.87 ^{ab3)}	18.4±0.83 ^a	26.9±1.85 ^a	0.2±0.02 ^a	2.1±0.57 ^a
A	52.1±2.10 ^{cb}	18.5±1.10 ^a	26.9±2.21 ^a	0.3±0.01 ^a	2.2±0.44 ^a
B	51.8±1.88 ^c	18.7±0.77 ^a	27.1±2.00 ^a	0.3±0.02 ^a	2.1±0.55 ^a
C	51.9±1.89 ^c	18.7±0.74 ^a	27.0±1.64 ^a	0.3±0.02 ^a	2.1±0.46 ^a

¹⁾Control : egg from laying hen fed 100% commercial diet, A : egg from laying hen fed mixed diet with 95% commercial feed and 5% *Undaria pinnatifida*, B : egg from laying hen fed mixed diet with 90% commercial feed and 10% *Undaria pinnatifida*, C : egg from laying hen fed mixed diet with 85% commercial feed and 15% *Undaria pinnatifida*.
²⁾Refer to Table 1.
³⁾Mean values within a same column with different superscript letters were significantly different at p<0.05.

한편 일반사료 및 혼합사료(A, B 및 C)로 산란계를 10주간 사육 후 생산된 계란의 무게 변화를 전체, 난황 및 난백으로 구분하여 나타낸 결과는 Table 3과 같다. 즉 미역을 0, 5, 10 및 15%로 증가시키에 따라서 계란의 무게는 70.4, 68.2, 67.5, 67.4 g으로 감소하는 경향이었고, 난황의 무게는 17.9 g에서 17.3 g으로, 난백은 42.7 g에서 40.1 g으로 감소하였다. 계란 전체 및 난황의 경우는 대조구와 미역 5% 첨가구와는 유의성이 있게 감소하였으나 미역 첨가구 A, B 및 C 처리구 간의 유의성은 없었다. 그러나 난백의 경우는 대조구, A 및 B처리구간에는 유의성 있게 감소하는 경향을 보였고, 계란 전체의 감소변화는 주로 난백에 의해 일어났다.

Table 3. Comparison of whole, yolk and white weight of egg from layer with the different feeding

Items ¹⁾	<i>Undaria pinnatifida</i> percentage at diet ²⁾			
	Control	A	B	C
Egg whole weight	70.4±4.77 ³⁾	68.2±4.66 ^b	67.5±3.85 ^b	67.4±4.15 ^b
Egg yolk weight	17.9±2.59 ^a	17.5±2.57 ^b	17.4±2.28 ^b	17.3±3.32 ^b
Egg white weight	42.7±4.11 ^a	41.3±4.33 ^b	40.2±3.89 ^c	40.1±4.24 ^c

¹⁾Each weight was means of 10 eggs and expressed as gram per each one.
²⁾Refer to Table 2.
³⁾Mean values within a same row with different superscript letters were significantly different at p<0.05.

난황 및 난백의 색깔

일반사료 및 혼합사료(A, B 및 C)로 산란계를 10주간 사육 후 생산된 난황 및 난백의 색깔 변화를 Hunter scale에 의한 L, a, b 및 ΔE값으로 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 즉 난황의 경우, L값은 50.18에서 40.99로, a값은 15.85에서 28.68로, b값은 32.15에서 26.44로, ΔE값은 58.2에서 67.4로 변화하여 미역의 함량이 많은 처리구일수록 난황의 색깔은 검붉은 색깔로 변하는 경향으로 나타났다. 또한 난백의 경우, L, a, b 및 ΔE값의 변화 경향은 난황의 경우와 유사하게 L 및 b값은 감소하고 a 및 ΔE값은 증가하는 경향이나 그 강도는 난황의 경우보다 적었다.

Table 4. Surface color¹⁾ values of egg from layer with the different feeding

Diets ²⁾	Egg yolk				Egg white			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
Control	50.18 ±6.77 ^{ab3)}	15.85 ±2.43 ^a	32.15 ±4.10 ^a	58.2 ±5.32 ^a	26.09 ±1.79 ^a	-1.08 ±0.23 ^a	2.98 ±0.15 ^a	79.8 ±6.51 ^a
A	47.12 ±5.79 ^b	19.23 ±3.51 ^b	27.33 ±3.43 ^{bd}	59.2 ±5.68 ^a	22.67 ±2.31 ^b	-0.54 ±0.21 ^b	-0.21 ±0.02 ^b	73.2 ±5.88 ^b
B	44.06 ±5.23 ^c	23.15 ±3.62 ^c	26.88 ±2.89 ^{cd}	62.9 ±5.41 ^b	19.87 ±2.41 ^c	-0.46 ±0.29 ^b	0.01 ±0.02 ^{bd}	76.0 ±6.64 ^a
C	40.99 ±5.74 ^d	28.68 ±3.55 ^d	26.44 ±3.41 ^c	67.4 ±6.67 ^c	18.11 ±1.46 ^c	-0.64 ±0.28 ^b	-0.12 ±0.02 ^{cd}	77.7 ±6.32 ^a

¹⁾L, lightness; a, a plus value indicates redness and a minus value greenness; b, a plus value indicates yellowness and a minus value blueness, and ΔE, total color difference. Standard values of L, a and b were 95.84, -0.15 and -0.16, respectively.
²⁾Refer to Table 2.
³⁾Mean values within a same column with different superscript letters were significantly different at p<0.05.

미역의 함량이 증가됨에 따라서 난황의 색깔은 거의 모두 처리구에서 서로 유의적으로 나타나는 경향이었고. 그러나 난백의 경우는 대조구와 미역처리구와는 유의적으로 변화되었으나, 미역 처리구인 A, B 및 C 처리구간의 유의적인 색깔변화는 관찰되지 않았다.

계란 난황의 색깔은 영양가에는 영향을 미치는 요소는

아니지만, 소비자들은 진한 황색의 난황을 선호하고 있고, 또한 색깔의 정도로 닭의 건강상태를 나타내는 것으로 간주하기도 하기 때문에 일반 양계장에서는 기본 사료에 인공 착색제인 carophyll red를 사료에 첨가하여 사용하고 있는 경향이다(21). 그러나 인공착색제는 사용 한계가 있어 이를 대체할 천연소재의 개발 연구가 수행되고 있는데, carotenoid계 색소 함량이 많은 우렁쉥이 껍질을 이용한 연구(16), 해조류를 이용한 연구(22,23) 등이 보고되고 있다. 이러한 결과로 볼 때 미역 함량이 많은 사료군일수록 난황 중에 착색 정도가 크게 일어났는데, 이는 미역에는 carotenoid계 색소 함량(2,3)이 많이 함유되어 있기 때문이라 생각되었다.

무기질 및 콜레스테롤 함량

일반사료 및 혼합사료(A, B 및 C)로 산란계를 10주간 사육 후 생산된 계란 난황 중의 무기질 및 총 콜레스테롤 함량 변화는 Table 5와 같다. 즉 일반사료에 미역의 함량을 증가시키기에 따라서, 주요 무기질의 경우, 칼슘, 철 및 칼륨 함량은 증가하는 경향이었으나, 인의 함량은 감소하는 경향이였다. 시험 처리구간에 따른 뚜렷한 유의차는 없었다.

일반적으로 미역은 중금속을 흡착하는 성질이 있는 것으로 알려져 있는데 이는 미역 중에 alginate, fucoidan 등 산성 다당체를 가지고 있기 때문이다(7). 또 중금속이라도 금속이온의 종류에 따라서 그 흡착 능력이 상이한데, 구리, 만간 등의 이온은 흡착이 잘 일어나는데 비하여, 크롬 등은 흡착이 잘 일어나지 않는 것으로 보고되고 있다(24).

이에 따라서 본 연구에서도 칼슘, 인, 철, 칼륨 이온도 미역에 의해 흡수될 것으로 추정하였으나, 분석한 무기질 중 인 이온만 감소하고 나머지 이온들은 모두 증가하는 경향이였다. 이와 같은 결과로 추정하면 무기질이라도 양 이온이나 음이온이나에 따라서 흡착 정도가 상이한 것으로 추정되고, 또한 미역의 산성 다당체인 alginate, fucoidan의 기능 특성에 크게 좌우되기 때문이라 생각되었다(4-7).

Table 5. Mineral composition of egg yolk from layer with the different feeding

Diets ¹⁾	Mineral				Total cholesterol
	Ca	P	Fe	K	
Control	266.5±22.36 ²⁾	187.5±20.35 ^a	4.1±0.15 ^a	360.5±25.54 ^a	1828.3±45.24 ^a
A	271.5±21.41 ^{ad}	145.4±16.32 ^{bc}	5.8±0.23 ^b	400.4±24.83 ^b	1830.9±66.78 ^a
B	273.4±23.68 ^{bd}	133.9±15.33 ^{cc}	6.3±0.33 ^b	437.4±25.34 ^c	1853.9±71.27 ^a
C	286.6±25.02 ^c	134.2±15.01 ^{de}	7.2±0.83 ^c	430.6±27.21 ^c	1850.2±47.94 ^a

¹⁾Refer to Table 2.

²⁾Mean values within a same column with different superscript letters were significantly different at p<0.05.

한편 미역의 또 다른 특성은 섬유소 기능을 가지고 있기 때문에 난황 중의 콜레스테롤 함량을 낮출 것으로 생각되었으나(10), 전 시험구간에 걸쳐 유의차 없이 1828.3~1850.2 mg%을 유지하였다.

이와 같이 미역의 무기질 종류별 흡착 특성 및 콜레스테롤 흡착 능력에 관하여는 향후 보다 더 깊은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

지방산 조성

일반사료 및 혼합사료(A, B 및 C)로 산란계를 10주간 사육 후 생산된 계란 난황의 중요 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 즉 일반사료에 미역 함량을 증가시키기에 따라서 포화지방산 함량은 36.4%에서 35.4%로 감소한데 반하여 불포화지방산 함량은 63.6%에서 64.6%로 약간 증가하는 경향이였다. 미역의 함량을 증가시키기에 따라 증가하는 지방산은 linoleic acid, linolenic acid, DHA 등이 고, 반대로 감소하는 지방산은 oleic acid 등 이였다. 이 중 ω3 및 ω6 지방산은 미역의 함량을 증가시키기에 따라서 각각 0.9%에서 3.5%로, 14.2%에서 17.6%로, 그리고 필수지방산 함량도 14.5%에서 18.4%로 증가하는 경향이였다.

이와 같은 결과로 볼 때 미역의 중요 지방산(25)인 palmitic acid 11.7%, linoleic acid 4.8%, linolenic acid 9.9%, arachidonic acid 34.6%, EPA 13.7%, DHA 4.5%가 산란계 사육 중 계란의 난황에 효과적으로 전이된 것으로 생각되었다.

Table 6. Fatty acid compositions of egg yolk from layer with the different feeding

Fatty acids	Undaria pinnatifida percentage at diet ¹⁾			
	Control	A	B	C
C14:0	0.4±0.04	0.4±0.03	0.4±0.03	0.3±0.02
C16:0	27.6±3.23	27.8±2.48	27.8±3.00	27.0±2.88
C18:0	8.4±1.12	8.3±1.24	8.4±1.16	8.1±1.54
C18:1	48.5±6.23	47.6±5.56	45.6±5.87	44.5±6.01
C18:2	12.4±2.25	12.9±2.98	14.0±3.01	15.5±3.11
C18:3	0.3±0.03	0.2±0.01	0.5±0.02	0.8±0.11
C20:0	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00	0.0±0.00
C20:4	1.8±0.04	1.9±0.02	1.9±0.03	2.1±0.02
C20:5	0.0±0.00	0.0±0.00	0.1±0.04	0.2±0.05
C22:6	0.6±0.05	0.9±0.05	1.3±0.07	1.5±0.07
Saturated fatty acids	36.4±4.39	36.5±3.75	36.6±4.19	35.4±4.44
Unsaturated fatty acids	63.6±8.60	63.5±8.62	63.4±9.04	64.6±9.37
ω3	0.9±0.08	1.1±0.06	1.9±0.13	2.5±0.23
ω6	14.2±2.29	14.8±3.00	15.9±3.04	17.6±3.13
Essential fatty acids	14.5±2.32	15.0±3.01	16.4±3.06	18.4±3.24

¹⁾Refer to Table 2.

이상의 결과로 볼 때 산란계 사료에 미역을 첨가하는 방법은 계란의 품질을 개선하는데 기초 자료가 될 것으로 생각되었다.

요 약

미역이 산란계의 계란 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 기존 일반 양계사료(대조구)에 미역을 5%(A), 10%(B) 및 15%(C) 첨가하여 생산한 계란의 일반성분, 무게, 색깔, 무기질, 총콜레스테롤 함량 및 지방산 조성을 분석한 결과는 다음과 같다.

미역함량을 증가시키에 따라서, 일반성분은 수분 함량의 감소를 제외한 나머지 성분은 거의 변화가 없었다. 계란의 무게는 점차 감소하는 경향이었는데, 특히 난백에서 크게 감소하는 경향이였다. 난황 및 난백의 색깔은 검붉은 색으로 변화하는 경향이고, 특히 난황에서의 색깔 변화는 명확하고 유의차가 인정되었다. 칼슘 함량은 266.5 mg%에서 286.6 mg%로, 철 함량은 4.1 mg%에서 7.2 mg%로, 칼륨 함량은 360.5 mg%에서 430.6 mg%로 각각 증가하였으나, 인의 함량은 187.5 mg%에서 134.2 mg%로 오히려 감소하는 경향이다. 총 콜레스테롤 함량은 1828.3~1850.2 mg%로 거의 변화가 없었다. 주요 지방산은 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid이고, ω 3 지방산은 0.9%에서 2.5%로, ω 6 지방산은 14.2%에서 17.6%로, 그리고 필수지방산 함량은 14.5%에서 18.4%로 증가하는 경향이였다.

참고문헌

- Ministry of Maritime Affairs & Fisheries (2004) Statistical Year Book of Maritime Affairs & Fisheries. Korea, p.223-225
- 김길환 (1990) 미역의 수요 확대를 위한 종합적 가공 기술 개발. 한국식품개발연구원보고서, p.9-58
- R.D.A. (1991) Food Composition Table. Fourth revision. Rural Nutrition Institute, R.D.A., Korea, p.172-173
- Jo, K.S (1996) Studies on the development of utilization technology of aquacultural seaweeds. Korea Food Research Institute, p.3-23
- Anderson, M.A. and Stone, B.A. (1985) A radiochemical approach to the determination of carboxylic acid groups in polysaccharides. Carbohydr. Polym., 5, 115-120
- Anno, K., Terahata, H., Hayashi, Y. and Seno, N. (1966) Isolation and Purification of fucoidan from brown seaweed. Agr. Biol. Chem., 30, 495-502
- Koo, J.G, Jo, K.S. and Do, J.R. (1995) Pretreatment conditions of *Porphyra yezoensis*, *Undaria pinnatifida* and *Laminaria religiosa* for functional alage-tea. Korea Food Research Institute, p.1-14
- June, L.K. (1978) A review of research on effects of fiber intake on man. Am. J. Clin. Nutr., 31, 142-159
- Yamamoto, I. and Maruyama, H. (1985) Effects of dietary seaweed preparations on 1,2-dimethylhydrazine-induced intestinal carcinogenesis in rats. Cancer Letters, 26, 241-249
- Lu, Y.F. (1989) Effects of dietary fibers in early weaning on later response of serum and fecal steroid levels to high-cholesterol diet in rat. Nutrition Research, 9, 345-352
- 조길석 (2000) 건강 기능성 식품소재와 영양특성. 원주대학, p.4-10
- Kim, E.M. (2002) The effects of supplementation of ascidian tunic shell into laying hen diet on the egg quality. J. Anim. Sci. & Technol., 44, 45-54
- Kim, K.K., Jeong, Y.J., Kim, O.M., Park, N.Y. and Lee, K.H. (2002) Effect of Sea Urchin shell on egg quality. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31, 373-377
- Li, H.L. and Ryu, K.S. (2001) Effect of feeding various wood vinegar on performance and egg and quality of laying hens. J. Anim. Sci. & Technol., 43, 655-662
- Sung, H.C., Suk, Y.O., Han, S.M., Yu, K.H. and Sung, Y.K. (2002) Effect of feeding with chitosan on egg production rate and yolk cholesterol level. J. Chitin Chitosan, 7, 29-32
- 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. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 16, 102-105
- Park, B.S. (2004) Effect of dietary β -cyclodextrin on egg quality and cholesterol content of egg yolks. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 614-620
- A.O.A.C. (1996) Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.210-219
- 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 of activated carbon absorbing pyrolygneous acid to layer feed on the physicochemical properties of egg yolk. J. Food Sci. Ani. Resour., 17, 162-170
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911-922
- Herrick, G.M. (1971) Repletion and depletion of pigmentation in broiler skin and shanks. Poultry Sci., 50, 1467-1474

22. McDowell, L.R., Lizama, L.C., Marion, J.E. and Wilcox, C.J. (1990) Utilization of aquatic plants *Elodea canadensis* and *Hydrilla verticillata* in diets for laying hens. 1. Performance and egg-yolk pigmentation. Poultry Sci., 69, 673-684
23. Subudhi, B.P.R. and Singh, P.K. (1978) Nutritive value of the water fern *Azolla pinnata* for chicks. Poultry Sci., 57, 378-389
24. Cho, J.S., Park, I.N., Heo, J.S. and Lee, Y.S. (2004) Biosorption and desorption of heavy metals using *Undaria sp.*. Korean Environmental Agriculture, 23, 92-98
25. 박영호, 장동석, 김선봉 (1995) 수산가공이용학. 형설출판사, 대한민국, p.298-302
-
- (접수 2005년 1월 3일, 채택 2005년 3월 25일)