

활성탄의 첨가가 계육의 지방산, 육색 및 무기물에 미치는 영향

박 창 일 · 김 영 직
대구대학교 생명자원학부

Effect of Additions of Supplemental Activated Carbon on the Fatty Acid, Meat Color and Minerals of Chicken Meat

C. I. Park and Y. J. Kim

Division of Life Resources, Taegu University

Abstract

The experiment was conducted to study the effect of activated charcoal on the fatty acid composition, meat color and mineral contents of chicken meat with 48 birds of broiler for 6 weeks by adding 0%, 0.6%, 0.9% and 1.2% of activated charcoal to broiler diet. The activated charcoal level of 0.6% and 0.9% increased significantly oleic acid and arachidonic acid contents compared to control ($p < 0.05$). L^* , a^* , b^* values were not influenced by the added level of activated charcoal, however and a^* value of different parts of chicken meat was significantly different ($p < 0.05$). The activated charcoal diet increased significantly ($p < 0.05$) the calcium, magnesium and phosphorus content of chicken meat, and tended to increase total mineral contents. In conclusion the activated charcoal supplements to chicken diet increased oleic acid, arachidonic acid and total mineral contents.

서 론

활성탄은 일반적으로 참나무를 300~500°C의 온도에서 구워 생산되며, 이 과정에서 북초액도 생산된다. 활성탄은 이미 오래 전부터 토양개량제⁽¹⁾, 식물의 발육촉진제⁽²⁾, 방충제와 방부제로 이용되어 왔고⁽³⁾, 탈취효과⁽⁴⁾ 및 환경정화효과⁽⁵⁾와 가축의 질병 예방과 치료효과⁽⁶⁾가 있는 것으로 알려졌다. 그 외에도 활성탄은 가축의 발육촉진, 호르몬 분비에도 영향을 미치는 것으로 밝혀졌으며⁽⁷⁾, 고급 축산물 생산을 위한 첨가제로서 그 효과가 기대된다^(8,9). 그리고 활성탄의 성분은 탄소함량이 높을 뿐만 아니라 사료적 가치는 매우 낮은 특징을 가지고 있지만, 숯 속에 함유된 탄소는 음이온의 생성으로 양이온인 중금속 등의 유해물질을 해독

할 수 있는 작용이 높고, 육성분 중에서 지방의 축적량을 감소시키는 효과⁽⁹⁾가 있어 지방함량이 낮은 육류를 선호하는 현대의 소비자들에게 만족을 줄 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 맥락에서 볼 때 활성탄을 첨가사료로 활용하여 저지방 육류를 생산하는 과정은 매우 중요하다고 판단된다. 그러나 국내에서 활성탄을 이용하여 축산물을 생산하기 위한 실험은 대부분 사양적인 측면만 고려했을 뿐 고기성분에 미치는 영향에 관한 보고는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 활성탄 급여 비율이 계육의 지방산 조성, 육색, 무기물의 변화를 규명하여 활성탄 이용에 대한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

육계 병아리(Arbar Acars종)를 3수씩 4개구로 나누어 대조구(무첨가구), 활성탄 0.6, 0.9,

Corresponding author : C.I. Park, Division of Life Resources, Taegu University, E-mail: chang@taegu.ac.kr

1.2% 첨가물로 구분하여 4반복 시행하였으며 예비 사양기간인 처음 1주간은 활성탄을 첨가하지 않고 2주째 부터 6주째 까지 5주간 첨가하였다. 처음 1주간은 실내온도를 평균 30°C로 유지하였고 그 이후에는 평균 25°C가 유지되는 실내에서 5주간 사육하였다. 사육기간 중 사료와 물은 자유로이 섭취하도록 하였다. 도계 조성은 각 처리구별로 5수씩 임의로 선택하여 경동맥 절단 방법으로 도계하여 흉심과 대퇴부위를 분석에 이용하였다.

실험방법

지방산

1) 지질의 추출

지질추출은 Folch법⁽¹⁰⁾에 따라 시료 100g을 homogenizer (Tissue grinder, 1102-1, Japan)로 마쇄한 후 chloroform-methanol (2:1, v/v) 용액을 시료의 약 10배량 가하여 혼합하고 실온에서 하룻밤 방치한 후 상등액을 제거하고 아래층 chloroform 부분을 무수 Na₂SO₄로 탈수 여과시켜 여액을 취하였다. 이 조작을 3회 반복하여 여액을 모두 합한 뒤 50°C 이하에서 rotary vacuum evaporator (EYELA, Tokyo rikakikai Co. A - 3S, Japan)로 용매를 제거하여 총지질을 얻은 뒤 갈색병에 넣고 질소가스를 주입 후 밀봉하여 냉동실에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2) 지방산 분석

위에서 분획된 각 지질들을 일정량 취하여 AOAC법⁽¹¹⁾에 따라 0.5N KOH, methanol 4~6mL을 비등석과 함께 넣은 후 지방덩어리가 사라질 때까지 85~90°C의 항온수조에서 10~15분간 검화시키고 15% BF₃-methanol 용액을 냉각기를 통하여 5~7mL 주입한 후 2분간 더 가열하였다. 이에 heptane 5mL 가하여 1분간 더 가열한 후 냉각기와 항온수조에서 분리하고 포화 NaCl용액 30mL 가하여 흔들어서 섞은 후 시험관에 옮기고 수분간 방치하였다. 이에 분리된 상층(heptane층)을 취하여 밀봉 후 냉동 보관하면서 gas chromatography (Youngin Scientific Co. LTD. (680D))로 분석하였으며 이때의 분석조건은 column: HP-5(Crosslin Ked

5% pH ME silicone), column 온도는 initial : 145°C(1min), 5°C/min, final : 280°C(1min), carrier gas and flow-rate : N₂(1mL/min)이었다.

육 색

흉심과 대퇴부위를 절단하여 공기 중에 약 30분간 노출시켜 발색시킨 뒤 색차계(Color difference meter, Minolta CR-300, Japan)를 이용하여 hunter 값 (L* = 명도, a* = 적색도, b* = 황색도)으로 표시하였다. 이때 사용된 표준색판은 L* = 96.18, a* = 0.10, b* = 1.90인 백색의 calibration plate를 이용하였고 5회 반복하여 평균값으로 하였다.

무기물

Osborne와 Voogt의 방법⁽¹²⁾에 따라 시료 5~7g을 측정하여 전기로에서 550°C로 2시간 정도 회화시킨 뒤 1N HCl 50mL을 넣어 시료를 회석하여 flask에 넣고 2시간 정도 진탕한 다음 Whatman No. 1 여과지로 여과한다. 여과액은 증류수로 100mL 되게끔 한 뒤 여과된 시료는 밀봉하고 냉온에 보관하여 ICP (Induced couple plasma, Varian社, Australia)장치로 측정하였는데 그 조건은 carrier gas: Ar, torch height는 K, Na : 0mm, P : 1mm, Ca, Cu, Fe, Zn, Mn, Mg : 10mm 였으며, wavelength (nm)는 Ca(422.673), Cu(324.754), Fe(259.940), K(769.896), Mg(279.553), Mn(257.610), Na(589.592), P(214.914), Zn(213.856)이었다.

통계처리

실험에서 얻어진 성적은 SAS program⁽¹³⁾을 이용하여 분산분석 및 Duncan⁽¹⁴⁾의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

지방산 조성

활성탄의 첨가수준에 따른 계육의 흉심 및 대퇴부위의 지방산 조성 변화를 Table 1과 2에 나타내었다. 지방산은 부위 및 활성탄의 첨가수준에 관계없이 oleic acid, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid의 함량이 많은 경향이 있었다.

Table 1. Effects of addition of activated carbon on the fatty acid in chicken breast (%)

Fatty acid	Addition of activated carbon(%)			
	Control	0.6	0.9	1.2
12:0	0.50±0.12	0.40±0.17	0.55±0.25	0.51±0.03
14:0	3.39±1.23 ^a	1.75±0.23 ^b	1.52±0.36 ^b	2.10±0.91 ^{ab}
16:0	23.06±0.80 ^a	23.07±0.47 ^a	24.18±1.59 ^a	20.96±0.21 ^b
16:1	7.17±0.70	6.17±1.77	5.46±0.32	7.36±1.93
17:0	0.93±0.09 ^b	0.74±0.52 ^b	0.91±0.06 ^b	1.78±0.28 ^a
18:0	13.79±1.16 ^a	10.93±1.12 ^{bc}	10.38±0.56 ^c	12.75±1.47 ^{ab}
18:1	31.26±1.46 ^b	34.98±1.51 ^a	35.72±1.03 ^a	33.97±0.21 ^{ab}
18:2	16.40±0.81 ^b	17.93±0.84 ^a	17.78±0.58 ^a	17.36±0.17 ^{ab}
18:3	1.61±0.08 ^b	1.76±0.09 ^a	1.74±0.06 ^a	1.70±0.02 ^{ab}
20:4	1.89±0.49 ^a	1.72±0.25 ^a	1.75±0.33 ^a	1.51±0.77 ^b
TS ¹⁾	41.67±2.93 ^a	36.89±1.75 ^b	37.54±2.30 ^b	38.10±0.69 ^b
TU ²⁾	58.33±2.93 ^b	63.10±1.75 ^a	62.45±2.31 ^a	61.90±0.69 ^a
TU/TS ³⁾	1.40±0.16 ^b	1.71±0.13 ^a	1.66±0.17 ^a	1.63±0.05 ^a

Means±SD.

^{abc} : Row means with the same letter are not significantly different(p<0.05).¹⁾ TS : Total saturated fatty acid.²⁾ TU : Total unsaturated fatty acid.³⁾ TU/TS : Total unsaturated fatty acid./ Total saturated fatty acid.

Table 2. Effects of addition of activated carbon on the fatty acid in chicken thigh (%)

Fatty acid	Addition of activated carbon(%)			
	Control	0.6	0.9	1.2
12:0	0.26±0.13	0.22±0.03	0.20±0.03	0.24±0.02
14:0	1.61±0.48	1.36±0.12	1.38±0.34	1.35±0.28
16:0	23.34±0.41	23.04±0.19	23.00±0.13	22.93±0.21
16:1	9.55±2.12 ^a	6.90±0.44 ^b	7.90±0.54 ^{ab}	7.40±0.27 ^{ab}
17:0	0.69±0.42 ^{ab}	0.33±0.11 ^b	0.65±0.22 ^{ab}	1.04±0.04 ^a
18:0	9.99±1.67	9.90±0.35	9.23±0.54	9.04±0.2
18:1	34.82±2.66 ^b	36.94±0.67 ^a	36.56±1.01 ^a	37.11±0.23 ^a
18:2	16.30±1.27	16.72±0.32	16.54±0.48	16.81±0.11
18:3	1.76±0.13	1.77±0.04	1.75±0.05	1.77±0.12
20:4	1.37±0.23 ^b	2.82±0.61 ^a	2.79±0.31 ^a	2.31±0.69 ^a
TS ¹⁾	35.89±0.53 ^a	34.85±0.33 ^b	34.46±0.99 ^b	34.60±0.57 ^b
TU ²⁾	63.80±0.73 ^b	65.15±0.33 ^a	65.54±0.99 ^a	65.40±0.57 ^a
TU/TS ³⁾	1.78±0.14 ^b	1.87±0.03 ^a	1.90±0.05 ^a	1.89±0.05 ^a

Means±SD.

^{abc} : Row means with the same letter are not significantly different(p<0.05).¹⁾ TS : Total saturated fatty acid.²⁾ TU : Total unsaturated fatty acid.³⁾ TU/TS : Total unsaturated fatty acid./ Total saturated fatty acid.

대조구는 활성탄 첨가구에 비하여 myristic acid, palmitic acid, stearic acid의 함량이 많았고($p < 0.05$), 활성탄 첨가구는 oleic acid, arachidonic acid의 함량이 유의적으로 많았다($p < 0.05$). 즉 활성탄 0.6%와 0.9% 첨가구에서 대조구와 1.2% 첨가구보다 많은 경향을 나타내고 있어 활성탄의 첨가수준에 따라 지방산의 조성에 약간의 영향을 미치는 것으로 사료된다. 특히 oleic acid는 올리브유나 채종유 중에 함유된 monounsaturated fatty acid로서 다량 섭취시 혈중 중성지방이나 콜레스테롤 저하를 가져 오므로써 동맥 경화증과 같은 성인병에 유익한 효과가 있음이 보고되고 있다⁽¹⁵⁾.

또한 arachidonic acid는 필수지방산으로서 중요할 뿐 아니라 최근에는 인체생리 활성 증진에도 참여하는 것으로 밝혀지고 있으며, arachidonic acid는 $\omega 6$ 계열의 모지방산인 linoleic acid로 부터 합성되는데 prostaglandin 및 thromboxans A_2 의 전구체로서 작용하여 정상적인 혈관기능 수행에 관여한다⁽¹⁶⁾.

대조구는 활성탄 첨가구에 비하여 포화지방산 함량은 많았으나 불포화지방산 함량은 적은 경향이었다($p < 0.05$). 포화지방산이 다량 함유된 축산물의 과잉섭취시 혈액 내 유해 콜레스테롤 함량이 증가하는 반면 불포화지방산은 혈액 내 콜레스테롤을 떨어뜨리는 기능도 입증되고 있어 동맥경화증, 고혈압 등의 성인병 예방에 효과적임이 보고되었다^(17,18). 필수 지방산이란 사람, 쥐, 닭, 돼지 등의 단위동물에서 식이를 통하여 외부로부터 반드시 공급해 주지 않으면 생체합성이 불가능한 linoleic acid, linolenic acid, arachidonic acid의 다중불포화

지방산으로 이러한 지방산은 신체의 성장 발육, 건강한 피부 등을 유지해 주는데 필수적인 성분이기 때문에 식이를 통하여 반드시 공급해 주어야 한다. 이상의 결과는 목초액이 첨가된 활성탄의 급여후 난황 지방산 조성변화를 보고한 성동⁽¹⁹⁾의 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

육 색

활성탄 첨가수준에 따른 계육의 부위별 육색 변화를 Table 3에 나타내었다. 명도를 나타내는 L^* 값의 경우 흉심부위의 대조구는 43.91를 나타내었고, 활성탄 첨가구는 44.06~44.86이었으며, 대퇴부위의 대조구는 42.58, 활성탄 첨가구는 42.39~42.93을 나타내어 활성탄 첨가수준에 따른 L^* 값의 변화는 없었다($p > 0.05$). 적색도를 나타내는 a^* 값은 활성탄 첨가수준에 따른 유의성은 없었고, 부위에 따라서는 유의성이 인정되었다. 즉, 흉심부위의 a^* 값은 1.98~2.58이고, 대퇴부위는 6.58~7.63을 나타내어 대퇴부위가 흉심부위보다 진한 적색을 나타내는 것으로 인정되었다. 황색도를 나타내는 b^* 값은 활성탄의 첨가수준 및 부위에 따라 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 육색은 육색소인 myoglobin이 산소와의 반응으로 나타나며 육색의 변화는 육색소내의 산소 유무 및 양, 육조직 내 효소의 활동, 저장 온도, 미생물의 오염도, pH값 등에 따라서 다르다. 특히, 육색소와 산소와의 반응정도와 효소활동이 육색변화에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다⁽²⁰⁾. 활성탄 급여시 계육의 육색에 미치는 영향에 대하여는 유사한 보고가 없어서 그 경향을 고

Table 3. Effects of addition of activated carbon on the meat color in broiler

Item	Part	Addition of activated carbon(%)			
		Control	0.6	0.9	1.2
L^*	Breast	43.91±1.52	44.06±1.84	44.86±1.42 ^A	44.11±1.77
	Thigh	42.58±1.66	42.47±1.91	42.39±1.21 ^B	42.93±1.38
a^*	Breast	2.09±0.97 ^B	2.58±1.51 ^B	1.98±0.74 ^B	2.06±0.84 ^B
	Thigh	7.53±1.09 ^A	6.58±1.44 ^A	7.46±1.64 ^A	7.53±1.13 ^A
b^*	Breast	8.44±1.04	8.97±0.64	9.55±0.63	8.63±1.29
	Thigh	8.19±1.12	7.10±0.63	7.41±1.12	8.10±1.44

Means±SD.

^{AB} : Column means with the same letter are not significantly different($p < 0.05$).

찰하기는 곤란하지만 본 실험 결과만으로 볼 때 활성탄의 첨가는 육색에 유의한 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

무기물

활성탄의 급여에 따른 계육의 무기물 조성은 Table 4와 5에 나타내었다. Ca 함량은 대조구에 비하여 활성탄 첨가구가 많게 나타났으며(p<0.05) 활성탄 0.6% 첨가구에서 가장 많은 함량을 나타내었다. Mg 함량도 활성탄 0.6% 첨가구

에서 0.9, 1.2% 첨가구보다 많게 나타났다(p<0.05). P의 함량은 대조구에 비해 활성탄 첨가구에서 많은 경향이었고, 특히 0.6, 0.9% 첨가구에서 많았다. 그러나, Cu, Fe, Mn, K, Na의 함량은 대조구 및 활성탄 첨가구에 따른 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 본 실험에서 분석한 무기물 총 함량을 보면 대조구에 비해 활성탄 첨가구가 많게 나타났으며, 특히 활성탄 첨가구 중 0.6% 첨가구에서 홍심부위는 464.904 ppm, 대퇴부위는 475.822ppm으로서 가장 많

Table 4. Effects of addition of activated carbon on the mineral contents in chicken breast
(unit : ppm)

Minerals	Addition of activated carbon(%)			
	control	0.6	0.9	1.2
Cu	0.005±0.001	0.016±0.013	0.002±0.004	0.008±0.014
Fe	0.871±0.205	0.716±0.094	0.576±0.132	0.780±0.244
Mn	0.028±0.035	0.012±0.021	0.007±0.031	0.047±0.501
P	135.10±5.43b	143.92±4.84 ^a	142.29±5.37 ^a	134.38±5.59 ^{ab}
Zn	0.421±0.017	0.42±0.057	0.390±0.040	0.360±0.012
Ca	4.707±0.263 ^{ab}	5.05±0.310 ^a	4.220±0.386 ^b	4.01±0.590 ^b
K	247.44±6.31	255.11±13.55	242.48±23.64	238.73±9.96
Mg	18.49±0.71 ^b	19.62±0.56 ^a	18.81±0.45 ^b	18.59±0.02 ^b
Na	38.80±1.388	40.04±6.08	41.76±4.33	37.88±4.11
Total	436.205	464.904	450.535	435.280

Means±SD.

^{abc} : Row means with the same letter are not significantly different(p<0.05).

Table 5. Effects of addition of activated carbon on the mineral contents in chicken thigh
(unit : ppm)

Minerals	Addition of activated carbon(%)			
	control	0.6	0.9	1.2
Cu	0.015±0.010	0.021±0.010	0.011±0.010	0.009±0.013
Fe	0.918±0.145	0.026±0.231	0.951±0.093	0.791±0.021
Mn	0.042±0.012	0.035±0.042	0.039±0.007	0.027±0.042
P	123.400±3.290 ^b	136.930±7.350 ^a	135.480±1.680 ^a	129.100±4.530 ^{ab}
Zn	1.114±0.086 ^a	0.870±0.060 ^b	1.196±0.169 ^a	1.083±0.072 ^a
Ca	4.655±0.257 ^{ab}	5.890±1.340 ^a	4.310±0.481 ^b	4.126±0.065 ^b
K	250.920±11.780	259.870±14.480	253.950±14.730	254.600±8.290
Mg	15.510±0.430 ^b	18.04±0.350 ^a	17.22±0.490 ^{ab}	16.13±0.320 ^b
Na	54.770±4.26	53.14±2.74	54.94±4.32	51.57±8.59
Total	451.344	475.822	469.087	457.446

Means±SD.

^{abc} : Row means with the same letter are not significantly different(p<0.05).

은 함량이었다.

본 실험결과 활성탄 첨가구에서 Ca, Mg, P의 함량이 많았다. Ca, Mg, P는 골격성분으로 중요할 뿐 아니라 혈액응고, 심근의 수축작용, 근육의 흥분성 억제, 신경세포의 자극전달 촉진 등의 역할을 하고, Mg 또한 당질, 단백질, 지질, 및 핵산의 대사에 필수적이다⁽²¹⁾. Ca은 부족시 갱년기 이후의 중년여성에게 골다공증을 일으키며, Ca과 Mg이 풍부한 경수를 음용한 지역주민은 고혈압 발생빈도가 낮고⁽²²⁾, Ca과 Mg이 혈청콜레스테롤 농도를 감소시킨다는 보고가 있다⁽²³⁾. 이상의 결과를 볼 때 활성탄의 첨가에 따라 일부 무기물이 증가하는 결과를 나타내고 있으나 활성탄을 과도하게 사용하면 비타민 등의 영양소를 파괴할 수 있어 가축의 생리에 유익하지 못한 결과를 초래할 수 있으므로⁽²⁴⁾ 첨가량을 적절히 조절해야 할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 활성탄을 사료에 첨가하여 그 첨가수준(0, 0.6, 0.9, 1.2%)에 따라 계육의 지방산 조성, 육색, 무기물의 변화를 검토하고자 broiler 48수를 공시하여 6주간 실험하였으며 특히 지방산과 무기물의 함량에 어떤 영향을 미치는가에 대하여 연구의 초점을 맞추었다. 대조구에 비해서 활성탄 0.6, 0.9%의 첨가구에서 oleic acid, arachidonic acid의 함량이 유의적으로 많았으며($p < 0.05$), 또한 활성탄 첨가수준에 따라 L^* , a^* , b^* 값의 변화는 없었고, a^* 값은 부위에 따라 유의성에 인정되었다($p < 0.05$). 활성탄 첨가수준에 따른 무기물 변화는 대조구에 비해 활성탄 첨가구에서 Ca, Mg, P 함량이 많았으며($p < 0.05$) 총 무기물 함량은 활성탄 첨가구에서 많은 경향이였다. 따라서 본 연구의 결과 활성탄을 첨가하면 지방산은 oleic acid와 arachidonic acid 그리고 총무기물함량이 많아지는 경향이라고 결론 지을 수 있겠다.

감사의 글

이 논문은 2001학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문이며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Kishimoto, S. and Sugiura, G. : Charcoal as a soil conditioner. Symposium of forest products research international achievements and the future : National Timber Research Institute of the South African Council for Scientific and Industrial Research. Pretoria, p.5 (1985).
2. Bamberg, J. B., Hanneman, Jr. R. E., and Towill, L. E. : Use of activated charcoal to enhance the germination of botanical seeds of potato. *Am. Potato. J.*, 63(4), 181 (1986).
3. Boki, K., Wada, T. and Ohno, S. : Effects of filtration through activated carbons on peroxide, thiobabutaric acid and carbonyl values of actoxidized soybean oil. *J. Am. Oil Chem. SOC.*, 68(8), 561 (1991).
4. Buck, W. B. and Bratich, P. M. : Experimental studies with activated charcoals and oils in preventing toxicoses. *Prco. Annu. Meet. Am. Assoc. Vet.*, (28th.), p. 193 (1985).
5. Guo, L., Bicki, T. J., Felsot, A. S. and Hinesly, T. D. : Phytotoxicity of atrazine and alachlor in soil amended with sludge, manure and activated carbon. *J. Environ. Sci.*, 26(5/6), 513 (1991).
6. Buck, W. B. and Bratich, P. M. : Activated charcoal : Preventing unnecessary death by poisoning. *Vet. Med.*, 81(1), 73 (1986).
7. Guthrie, H. D., Bolt, D. J., Kiracofe, G. H. and Miller, K. F. : Effect of charcoal-extracted porcine follicular fluid and 17 beta-estradiol on follicular growth and plasma gonadotropins in gilts fed a progesterone agonist, altrenogest. *J. Anim. Sci.*, 64(3), 816 (1987).
8. Hwang, M. J. : Effects of Additions of Activated Carbon on the Growth Rate, Feed Efficiency, and Carcass Characteristics in Pigs. Graduate School of Agriculture and Animal Science, Kon-Kuk

- University (1995).
9. Kim, D. H. : A Study of Additions of Utilizability as Feed Additivies for Ground Charcoal Made of Condensed Sawdust on the Broiler Production, Graduate School of Kon-Kuk University (1990).
 10. Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497 (1957).
 11. Association of Official Analytical Chemist : Official Methods at Analysis of the Association (13th eds.). Association of Official Analytical chemists, Inc. (1980).
 12. Osborne, D. R. and Voogt, P. : The analysis of nutrients in foods. Academic press. p.168 (1980).
 13. SAS/STAT. User's guide, release 6.03 edition SAS institute Inc., Cray. NC. USA. (1988).
 14. Duncan, Davide B. : Multiple range and multiple F test. *Biometrics.*, 11, 1 (1955).
 15. Grundy, S. M. : Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol. *N. Engl. J. Med.*, 314, 745 (1986).
 16. lGoodnight, W. S. H., Harris, W. S., Connor, W. T. and Illingworth, D. R. : Polyunsaturated fatty acids, hyperlipidemia, and thrombosis. *Arteriosclerosis*, 2, 87 (1982).
 17. Engler, N. M., Karanian, J. W. and Salem, J. M. : Influence of dietary polyunsaturated fatty acids on aortic and platele fatty acid composition in the rat. *Nutr. Res.*, 11, 753 (1991).
 18. Borong, H. O. and Dyerberg, J. : Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland Eskimos. *Adv. Nutr. Res.*, 3, 1 (1980).
 19. 성기승, 노정해, 한찬규, 김영봉, 이복희, 정재홍, 맹원재 : 목초액이 첨가된 활성탄의 급여가 계란의 이화학적 특성에 미치는 영향. *한국축산식품학회지*, 17(2), 162 (1997).
 20. Ralston Lawrie : *Development in Meat Science-3 : Packaging Fresh Meat* (A. A. Taylor(Eds)). Elsevier Applied Science Publishers, p.89 (1985).
 21. Fisher, K. H. and Fugua, M. E. : In "Principle of Nutrition", 2nd ed. Wiley, New York. p.134 (1970).
 22. Debruyne, L. K. and Rolfes, S. R. : Childern eating, growing and learning. In Life Cycle Nutrition ; conception through Adolescence. Ed. Whitney, E. N., West Publishing Company, MN, p.236 (1989).
 23. 남현근 : 마그네슘 및 칼슘이 혈청콜레스테롤 농도 저하에 미치는 영향(Ⅲ). *한국영양식량학회지*, 16(1), 18 (1987).
 24. Perry, T. W. : *Feed Formulations*. IPP, Inc.. p.122 (1982).

(2001년 2월 20일 접수)