

게르마늄 급여가 오리의 육질에 미치는 영향

김혜정 · 양성운 · 주명규 · 이규호¹ · 조수현² · 이성기*

강원대학교 축산식품과학과, ¹강원대학교 사료생산공학과, ²축산기술연구소

Effects of Dietary Germanium Supplementation on the Meat Quality of Duck

Hye-Jung Kim, Cheng Yun Liang, Myung Kyu Ju, Kyu Ho Lee¹,
Soo-Hyun Cho² and Sung Ki Lee*

Dept. of Food Science and Technology in Animal Resources, Kangwon National University,
¹Dept. of Animal Feed Science and Technology, Kangwon National University,
²National Livestock Research Institute, RDA

Abstract

This study was carried out to investigate the influence of dietary germanium supplementation on the meat quality of duck. Ducks raised for 42 days were slaughtered and the ground meats were stored at 3°C for 12 days under 1200 lux. Experimental treatments were divided into 3 kinds of meat from ducks fed germanium as follows; 1) Control(natural water + commercial feed), 2) T1(1~10 days : natural water + commercial feed, 11~42 days : natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), 3) T2(1~10 days : germanium submersion water + commercial feed, 11~42 days : natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium). The pH of duck meat was not different among the treatments($p>0.05$). The germanium treatments exhibited significantly higher crude fat content in both breast and thigh meat($p<0.05$). In the fatty acid composition, T2 contained more unsaturated fatty acid than control or T1. TPA(textural profile analysis) value such as hardness, gumminess, chewiness and adhesiveness decreased in meat from duck fed supplemental germanium. Cholesterol contents of duck meat decreased in dietary supplemental germanium treatment compared to control, but were not significantly different among them($p>0.05$). Dietary germanium supplementation affected on lipid oxidation of meat during storage. TBARS of meat from duck fed germanium was lower than that of control($p<0.05$), but was not significantly different between them($p>0.05$). The CIE L*, b* and h⁰ values of germanium treatments were significantly($p<0.05$) higher than those of control. Also a* value showed more stable in germanium diet treatment during storage. Therefore, dietary supplemental germanium to duck resulted in light brownish color formation, improvement tenderness and retardation of lipid oxidation of meat during refrigerated storage.

Key words : duck meat, germanium supplementation, quality, color, TBARS, cholesterol

서론

식품에 대한 소비자들의 선호가 국민 소득증대에 따라 양적인 면에서 질적인 면으로 전환되고 있으며, 특히 건강과

관련된 식품에 많은 관심을 기울이고 있는 실정이다. 이러한 소비자들의 욕구를 만족시키기 위해 그 동안 여러 기능성 물질에 대한 연구가 수행되었다. 가축에 기능성 물질을 사료에 첨가 급여하는 연구가 많다. 오리고기에 대한 연구로는 유향을 급여하여 품질을 증진시키고자 하는(Park et al., 2000) 보고 등이 있다.

게르마늄은 전자공학분야에서 쓰이던 금속이었으나 최근 에 organometallic compound의 형태나 organic chelating

* Corresponding author : Sung Ki Lee, Department of Food Science and Technology in Animal Resources, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33-244-2198, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

agents로 합성되어 게르마늄을 이용한 각종 항암용 약제가 개발되어 의학 치료영역에 널리 적용되고 있다. 유기 게르마늄 중에는 우수한 치료작용을 가지고 있는 것들도 있어 이들은 마우스에서 발생하는 종양을 방지하는 효과(Kakefuda and Yamamoto, 1978; Kumana et al., 1987) 및 생명연장효과(Satoh and Iwaguchi, 1979)가 있으며 항돌연변이 작용(Mochizuki and Kada, 1982), 바이러스 감염의 치료(DiMartino, 1986), 류마티스성 질환(Aso et al., 1989) 및 노인성 골다공증의 치료(Suzuki and Pollard, 1984)에 효과가 있다고 보고되고 있다. 또한, 세포에 산소공급을 증가시키는 작용과 세포손상을 유발하는 free radical의 제거(Komuro et al., 1986), 해열, 진통작용(Hachisu et al., 1983) 그리고 중금속 해독작용(Walker et al., 1986) 등이 알려지고 있다. 또한 피부미용 분야에서는 세포에 다량의 산소를 공급하고 혈액을 맑게 하며 체내에 축적되어 있는 중금속을 배출시키고 생체 면역력을 증진시키는 기능이 있다고 하여 크게 활용되고 있다(Yang, 2001).

이와 같이 다기능을 가지고 있는 게르마늄을 사료에 급여하였을 때 오리의 육질에 미치는 영향을 구명하고자 본 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

사육시험

Table 1에서 보는 바와 같이 육용 오리 초생추를 부화 후 10일까지의 음용수는 일반수와 게르마늄 침지수로, 11일에서 42일까지는 1% 게르마늄 급여구로 나누어 실시하였다. 게르마늄을 급여하지 않은 것을 대조구, 일반수에 후기 게르마늄 1% 급여구를 T1(일반수 급여구), 게르마늄 침지수에 후기 게르마늄 1% 급여구를 T2(침지수 급여구)로 분류하였다. 게르마늄 침지수는 자연수에 게르마늄을 침지하여 충분히 용해되도록 1일 이상 둔 후 최초 10일간 자유로이 음수도록 하였다. 사료는 10일령 이후 일반 배합사료에 게르마늄을 첨가하여 자유 채식케 하고 공시 오리는 2×2.5 m의 평사 시험계사에 각 처리당 3반복, 반복당 10수씩 모두 90수를 배치하여 42일령까지 사육시험을 실시하였다.

Table 1. Experimental design

Treatment	0 ~ 10 days	11 ~ 42 days
Control	Natural water + Commercial feed	Natural water + Commercial feed
T1	Natural water + Commercial feed	Natural water + Commercial feed supplemented with 1% germanium
T2	Germanium precipitated water + Commercial feed	Natural water + Commercial feed supplemented with 1% germanium

원료육

42일령의 오리를 무작위로 처리당 3마리씩(반복당 1마리) 선발하여 사육장에서 경동맥 절단법으로 방혈시킨 후 3℃의 실험실에서 털과 깃질을 제거하고 냉수에 약 5시간동안 담근 후 표면의 물기를 제거하였다. 이어서 발골하여 가슴육과 다리육으로 분리한 다음 grinder(DO-9901, 동아 오스카, Korea)로 세절 후 시료로 사용하였다. 가슴과 다리 세절육을 각각 polyethylene zipper bag(LDPE, 3M Co., Korea)에 넣어 3±1℃, 1200 Lux에서 0, 3, 6, 9, 12일간 저장하면서 시험하였다.

실험방법

일반성분과 pH

일반성분 분석은 AOAC(1990)법으로 실시하였고, pH는 세절육 10 g에 증류수 100 mL를 넣고 균질기(AM-7, Ace, Japan)로 10,000 rpm에서 1분 30초간 균질한 다음 pH meter(F-12, Horiba, Japan)로 측정하였다.

보수력

보수력은 도계 29시간만에 Hofmann 등(1982)의 여과지압착법에 따라 plexiglass plate 중앙부에 여과지(Whatman No. 2)를 놓고 세절한 시료 0.3 g을 취하여 그 위에 놓은 다음 다른 1개의 plexiglass plate를 덮고 5분간 압착시킨 후 planimeter(Super Planix α, Tamaya, Japan)를 이용하여 여과지에 육조직이 묻어 있는 면적과 수분이 젖어있는 부위의 총 면적을 계산하였다.

$$\text{보수력(\%)} = \frac{\{(\text{육조직이 묻어 있는 면적} \times 100) / \text{수분이 젖어 있는 면적}\}}$$

조직감

조직감은 식품물성 분석기(Food texture analyser, TA-XT2i, Stable micro systems Ltd., UK)를 이용하여 측정하였으며 5 kg의 load cell과 cylinder probe(P/3)를 사용하였다. 모든 물성의 세기는 MHK Trading Co.(UK)에서 제공한 texture

analyser software(version 1.12)를 이용하여 계산하였다. 측정 조건은 Mode: TPA(Texture profile analysis), Pretest speed: 5 mm/sec, Test speed: 2 mm/sec, Posttest speed: 5 mm/sec, Distance: 10 mm, Trigger type: Auto, Trigger type force: 30 g로 하였다. 시료를 75℃에서 30분 가열한 후 상온에서 30분 방치시킨 다음 시료를 1.2 cm의 정육면체의 모양으로 정형하여 시행하였다.

콜레스테롤

근육의 콜레스테롤 분석을 위한 지질의 추출은 Folch 등(1957)의 방법에 준하였고 추출된 지질내에 함유된 총콜레스테롤 함량은 Sale 등(1984)의 효소방법에 의하여 정량하였다. 이때 효소 표준액(AM 202-K, 아산제약주식회사)을 사용하였다.

육색 측정

Color difference meter(CR-310, Yasuda Seiko Co., Minolta, Japan)를 사용하여 시료를 평평하게 펼친 다음 명도(L*, lightness), 적색도(a*, redness), 황색도(b*, yellowness)의 육색(CIE color value)을 측정하였다. 육색의 측정에 사용된 표준판의 색도값은 Y=93.7, x=0.3129, y=0.3194이었다. 또한 Chroma value는 $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 로, Hue-angle가(色相色)는 $h^0 = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ 로 계산하였으며 모든 시료는 10회 반복 처리되었다.

지방산패도 측정

Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 방법에 의해 532 nm에서 측정하였으며 시료 kg당 malonaldehyde mg으로 산출하였다.

$$TBARS(mg MA/kg sample) = \{(시료의 흡광도 - blank의 흡광도) \times 46\} / (시료무게 \times 5)$$

지방산 분석

지방산 분석을 위한 지질 추출은 Folch와 Lee(1957)의 방법에 준하여 분석하였다. 20 g의 시료를 Folch 용액(Chloroform과 Methanol = 2:1) 150 mL에 넣고 5분간 균질한 후 No. 2 여과지로 여과하고 원심분리(771 × g, 10 min)를 한 후 상층액은 버리고 하층액에 NaSO₄를 첨가하여 여과하고 농축기로 chloroform을 날려버린 후 지질을 회수하였다. 추출된 지질은 Morrison과 Smith(1964)의 방법에 준하여 전처리한 다음 지방산을 분석하는데, 추출한 지질 5 mg 정도를 채취하여 Methylation tube에 넣어 0.5N NaOH 1 mL를 첨가한 후 100℃에 15분간 가열하여 냉각시킨다. Boron trifluoride

methanol 14% solution(BF₃ methanol; Sigma, Co., USA) 3 mL를 넣어 다시 15분간 가열 후 냉각하여 시험관에 옮겨 1 mL heptane 및 5 mL NaCl 포화용액을 첨가한 후 혼합하여 층이 분리될 때까지 정치하고 상등액을 채취하여 vial에 넣어 냉동(-80℃)보관하면서 auto-sampler가 장착된 gas chromatography(Varian 3600, Varian, USA)를 이용하여 분석하였다. 이때 사용된 GC 기기의 조건은 Table 2와 같다.

통계 분석

통계분석은 SAS program(1989)을 이용하여 ANOVA 분석을 하였으며, 각 실험군간의 유의성 검정은 Duncan의 multiple range test(p<0.05)로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분과 pH

Table 3에서 보는 바와 같이 일반성분은 가슴육이 다리육에 비해 수분과 회분이 많고, 반면 다리육은 가슴육에 비해 지방을 많이 함유하였다. 수분과 단백질은 게르마늄 첨가구에서 대조구와 특별한 차이가 없었지만, 지방을 보면 가슴육에서는 T2구(전기 침지수에 후기 게르마늄 1% 첨가구)가 다른구에 비해 유의적으로 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 다리육의 지방함량을 보면 T1(전기 일반수에 후기 게르마늄 1% 첨가구)이 1.70%, T2(전기 침지수에 후기 게르마늄 1% 첨가구)가 1.81%로 대조구의 1.14%에 비해 유의적으로 높은

Table 2. GC analysis condition for determination of fatty acid composition

Item	Condition
Instrument	Varian 3600, USA
Column	Omegawax 205 fused-silica bond Capillary column (30 m×0.32 mm I.D, 0.25 μm film thickness)
Detector	Flame Ionization Detector
Carrier gas	Nitrogen(99.99%, research purity)
Column flow rate	1 mL/min
Split ratio	100 : 1
Injection port temperature	250℃
Detection port temperature	260℃
Oven temperature	200℃

값을 나타내었다($p < 0.05$). 따라서 게르마늄을 급여하면 오리 고기의 지방함량이 증가하는 것으로 나타났다.

pH는 시험구와 상관없이 가슴육의 pH가 다리육에 비해 낮았다(Table 4). 게르마늄 용액(1 g/10 mL)의 pH는 10.55로 알칼리성이나 사료로 섭취한 후 근육에서 고기로 전환된 후 일부 약간 높은 경향도 보였지만, 게르마늄의 급여에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 보인다($p > 0.05$). 이것은 체내에서의 완충능력 때문인 것으로 판단된다.

보수력

Fig. 1은 저장 12일에 오리고기의 부위와 각 처리구별 보수성을 나타내었다. 가슴육과 다리육 모두 대조구에 비해 게르마늄 급여구가 보수력이 높았다. 보수성은 식육이 이화학적 충격에도 견디는 물의 양으로 연도와 조직감, 맛과 밀접한 연관이 있다(Wierbicki and Deatherage, 1958). 특히 가

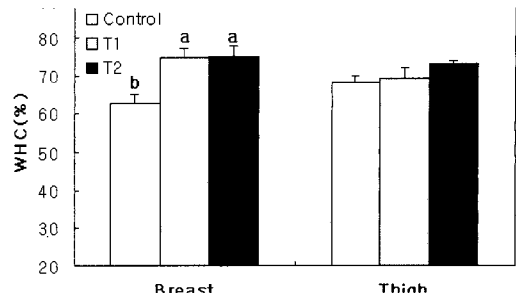


Fig. 1. Effect of dietary germanium supplementation on WHC(water holding capacity) of duck meat storage on 12 days.

Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

Table 3. Effect of dietary germanium supplementation on proximate composition of duck meat (unit : %)

Muscle	Treatments ¹⁾	Proximate composition			
		Moisture	Protein	Fat	Ash
Breast	Control	80.69±0.21	17.87±0.15	0.52±0.36 ^b	1.24±0.19
	T1	81.03±0.05	18.00±0.21	0.78±0.20 ^b	1.15±0.06
	T2	81.44±0.12	16.56±0.20	0.95±0.19 ^a	1.12±0.09
Thigh	Control	77.83±0.13	20.05±0.12	1.14±0.30 ^b	1.02±0.09
	T1	78.68±0.20	19.79±0.16	1.70±0.19 ^a	0.78±0.22
	T2	77.72±0.10	20.17±0.23	1.81±0.04 ^a	0.97±0.08

^{a-b} Means within the same column are significantly different($p < 0.05$).

¹⁾ Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

Table 4. Effect of dietary germanium supplementation on pH of duck meat

Muscle	Treatments ¹⁾	Storage period(days)				
		0	3	6	9	12
Breast	Control	5.70±0.04 ^{aD}	5.89±0.02 ^{bB}	5.67±0.02 ^{bD}	5.78±0.01 ^{aC}	6.13±0.05 ^{aA}
	T1	5.77±0.03 ^{aD}	5.90±0.02 ^{aB}	5.78±0.01 ^{aD}	5.79±0.04 ^{aC}	6.01±0.03 ^{bA}
	T2	5.77±0.01 ^{aC}	5.91±0.01 ^{aB}	5.77±0.03 ^{aC}	5.73±0.02 ^{aC}	5.96±0.01 ^{bA}
Thigh	Control	6.38±0.03 ^{aA}	6.52±0.02 ^{bA}	6.33±0.01 ^{aA}	5.46±0.02 ^{bB}	6.37±0.02 ^{aA}
	T1	6.53±0.01 ^{aA}	6.72±0.02 ^{aA}	6.51±0.03 ^{aA}	5.92±0.01 ^{aB}	6.66±0.05 ^{aA}
	T2	6.19±0.02 ^{aC}	6.36±0.01 ^{bB}	6.21±0.01 ^{aC}	6.30±0.03 ^{aB}	6.41±0.02 ^{aA}

^{a-b} Means within the same column are significantly different($p < 0.05$).

^{A-D} Means within the same row are significantly different($p < 0.05$).

¹⁾ Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

슴육에서 게르마늄을 급여한 T1구와 T2구의 보수력은 75.07%와 75.29%로 대조구의 62.85%보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 다리육에서는 비록 유의성은 없었지만, 같은 경향으로 게르마늄 첨가구가 더 높은 값을 나타내었다. 게르마늄 침지수 급여 후 계속해서 게르마늄을 급여한 것(T2)이 일 반수 급여 후 게르마늄을 급여한 것(T1)보다 보수력이 향상 되는 경향을 보였다.

조직감

Table 5는 처리구별 오리 가슴육의 조직감을 TPA 검사로 실시하였다. 경도(hardness)와 응집성(cohesiveness)을 보면 초생추에 게르마늄 침지수를 먹이고 후기에 게르마늄 1%를 급여한 구(T2)가 대조구에 비해 낮았고($p < 0.05$), 응집성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 껌성(gumminess), 씹힘성(chewiness)은 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p > 0.05$). 이와 같은 결과로 볼 때 육추 전기부터 침지수 형태로 계속해서 게르마늄을 급여하는 것이 경도와 응집성이 낮아진 것 외에 비급여구와 특별한 차이는 없었다.

콜레스테롤

오리고기에 함유한 콜레스테롤 함량은 Fig. 2와 같다. 가슴육의 콜레스테롤 함량은 다리육에 비해 약간 낮은 경향을 보였다. 이것은 Table 3에서 나타낸 바와 같이 고기속에 함유된 지방함량에 따라 영향을 받은 것으로 생각된다. Nam(1979)은 오리고기가 인체의 blood cholesterol level을 감소시키는데 효과가 있다는 보고를 하였다. 가슴육에서는 게르마늄을 급여한 T1과 T2가 비급여구보다 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 다리육에서는 가슴육만큼 차이는 현저하지 않았고, 게르마늄 첨가구간의 차이는 없었지만 대조구에 비해 낮은 경향을 보였다. 이와 같이 오리에 초생추부터 42일령까지 게르마늄을 급여하면 비급여구보다는 육내 콜레스테롤 함량이 줄어드는 경향을 보였다.

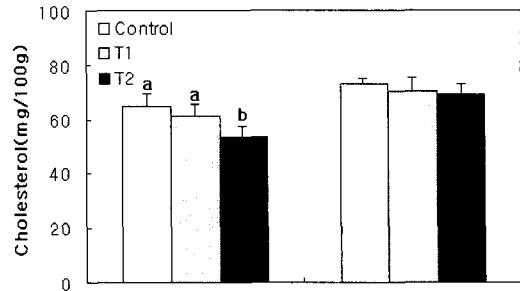


Fig. 2. Effect of dietary germanium supplementation on cholesterol of duck meat.

Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

지방산패도

냉장 저장기간 중에 가슴육과 다리육의 지방산패도는 Fig. 3, 4와 같다. 게르마늄은 그 구조적 특성으로 불 때 생체내에서 라디칼 분해 활성에 효과가 있는 것으로 알려져 있어 항산화성이 있다고 한다(Yang, 2001). 그러나 사료를 통해 섭취한 게르마늄이 근육속에 유입되어 항산화력을 발휘하는 지 여부는 아직 명확하지 못하다. 고기의 부위나 처리와 상관없이 저장 12일 동안 TBARS가 증가하여 산화가 진행되는 것으로 나타났고 부위별로 보면 다리육이 가슴육에 비하여 산화가 더 촉진되었음을 알 수 있었다.

게르마늄 급여구와 비급여구에서 저장 3일까지는 큰 차이가 없었으나 3일 이후부터는 비급여구에 비하여 급여구에서 산패가 지연되는 경향을 보였다. 가슴육에 있어서는 게르마늄 급여구간에 차이가 없이 초생추로부터 게르마늄 침지수를 먹인 구가 산화가 억제되었고 다리육에서는 저장 9일과 12일에 급여구간에도 유의적으로 차이를 보였다($p < 0.05$). 따라서 게르마늄의 급여가 고기의 저장 중 지방산화를 억제하

Table 5. Effect of dietary germanium supplementation on textural profile analysis of duck meat

Treatments ¹⁾	Hardness (g)	Adhesiveness (g · s)	Springiness (cm)	Cohesiveness (%)	Gumminess (g)	Chewiness (g · cm)
Control	1251±276 ^{ab}	- 190±166	0.84±0.09	0.45±0.05 ^{ab}	554± 94	467±126
T1	1475±234 ^a	- 93±35	0.86±0.04	0.37±0.06 ^b	554±170	478±156
T2	963±242 ^b	- 98±56	0.84±0.03	0.52±0.03 ^a	500±123	421±104

^{a-b} Means within the same column are significantly different($p < 0.05$).

^{A-D} Means within the same row are significantly different($p < 0.05$).

¹⁾ Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

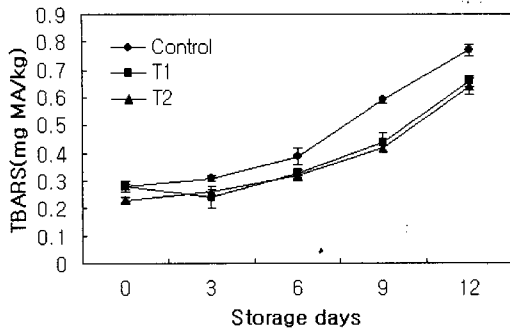


Fig. 3. Effect of dietary germanium supplementation on TBARS of duck breast meat.

Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

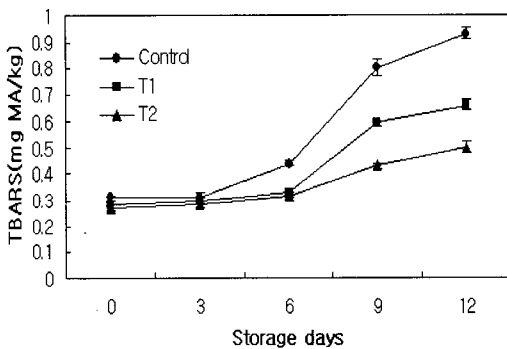


Fig. 4. Effect of dietary germanium supplementation on TBARS of duck thigh meat.

Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

여 신선도를 유지하는 효과가 있는 것으로 나타났다. 그 중 초생추로부터 게르마늄 침지수를 먹이고 다시 사료에 1%를 첨가하여 먹인 T3에서 가장 효과가 좋은 것으로 나타났다.

육 색

Table 6는 오리의 가슴육과 다리육의 육색 변화를 나타낸 것으로 L*값은 저장기간 동안 가슴육과 다리육 모두 게르마늄 첨가구가 무첨가구보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 따라서 게르마늄을 급여하면 육색이 밝아지는 경향을 보여 주었다(p<0.05). a*값은 처리구별 차이를 보여주지 않았지만, 저장기간이 경과할수록 모든 고기의 적색도는 증가하는

경향을 보였다. 그러나 게르마늄 첨가구는 저장기간이 경과할수록 대조구에 비해 증가 폭이 낮아 신선육과 큰 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과를 미루어 보아 게르마늄 첨가구가 저장기간 중에 비교적 붉은 색깔의 안정성에 기여하는 것으로 판단된다. b*값은 게르마늄 급여구가 대조구에 비해 현저히 높았고 저장 중에서도 높은 경향을 보였다(p<0.05). C*값은 선명도로 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다. h⁰값은 색상 값으로 T1에 비해 T3구가 높은 색상의 차이가 있음을 보여주고 있다(p<0.05). 이와 같이 오리에 게르마늄을 급여하면 육색이 더 밝고 노란색을 띄우면서도 저장 중에 육색 안정성이 증대하는 것으로 나타났다.

지방산 조성

게르마늄을 급여한 오리고기의 지방산 조성은 Table 7에서 보는 바와 같이 대조구에 비하여 T2구에는 포화지방산인 palmitic acid(16:0)과 stearic acid(18:0)가 약 1% 정도 적게 들어 있고, 반면 단가 불포화지방산인 oleic acid(18:1)이 1% 이상 많이 들어 있었다. 게르마늄 급여에 따른 뚜렷한 지방산의 변화는 없었다. 그렇지만 게르마늄 침지수를 먹인 후 1% 급여구(T2)가 대조구나 T1구에 비해 총 포화지방산 함량이 낮고 반면 총 불포화지방산 함량이 높았다. 그리고 T2구의 단가 불포화 지방산/포화지방산(MUFA/SFA)의 비율이 2.04, 다가 불포화 지방산/포화지방산(PUFA/SFA)의 비율이 0.47, 총 불포화지방산/포화 지방산(UFA/SFA) 비율이 2.51로 나타나 대조구의 1.92, 0.46과 2.37보다 모두 높았다. 그러나 일란수를 급여한 후 1% 게르마늄을 첨가한 T1구의 지방산 조성이 대조구에 비해 포화지방산이 더 많았기 때문에 게르마늄 급여에 따른 지방산 조성에 관한 체계적인 연구가 향후 더 필요하다고 하겠다. 지방이 많으면 지방산패의 위험이 더 클 수 있지만(Chang and Watt, 1972), Fig. 3, 4에서 보는 바와 같이 게르마늄 급여구가 대조구보다 더 낮은 TBARS값을 나타내었다. 이것은 게르마늄이 근육에서 세포손상을 유발하는 free radical을 제거(Hachisu et al., 1983; Komuro et al., 1986)하는 것으로 생각된다. 이와 같이 게르마늄 급여구에서 불포화지방산이 더 많이 함유되어 있어도 저장중 고기의 지방산화는 더 지연되었다.

요 약

게르마늄의 급여가 오리의 육질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 게르마늄을 급여하지 않은 대조구(T1), 사육 11일 - 42일간 게르마늄 1% 급여구(T2), 사육 0-10일에 게르마늄 침지수를 급여한 후에 11일-42일간 게르마늄 1% 급여구(T3)로 나누어 실험을 실시하였다. 도계 처리한 오리의 가슴

Table 6. Effect of dietary germanium supplementation on CIE color of duck meat

Muscle	Treatments ¹⁾	Storage period(days)					
		Control	3	6	9	12	
L*	Breast	Control	41.36±0.21 ^{bc}	40.24±0.09 ^{bd}	43.46±0.05 ^{ba}	42.93±0.01 ^{bb}	43.38±0.06 ^{ba}
		T1	44.88±0.16 ^{ad}	45.34±0.10 ^{ac}	46.83±0.06 ^{aa}	45.74±0.08 ^{ab}	45.92±0.15 ^{ab}
		T2	44.55±0.19 ^{ac}	45.04±0.11 ^{ab}	46.28±0.11 ^{aa}	46.58±0.04 ^{aa}	46.12±0.19 ^{aa}
	Thigh	Control	40.41±0.03 ^{cc}	41.37±0.07 ^{cb}	43.81±0.03 ^{ca}	43.58±0.04 ^{ca}	43.57±0.16 ^{ca}
		T1	42.18±0.04 ^{bc}	42.64±0.01 ^{bc}	44.97±0.02 ^{ba}	44.55±0.05 ^{bb}	44.92±0.12 ^{ba}
		T2	44.50±0.11 ^{ad}	45.60±0.15 ^{ac}	47.04±0.07 ^{aa}	46.60±0.01 ^{bb}	46.37±0.08 ^{ab}
a*	Breast	Control	13.97±0.01 ^{ac}	13.70±0.04 ^{ac}	12.40±0.04 ^{ad}	14.53±0.13 ^{ab}	16.91±0.13 ^{aa}
		T1	12.94±0.08 ^{bd}	13.08±0.01 ^{ac}	13.55±0.03 ^{ac}	14.31±0.02 ^{ab}	15.56±0.01 ^{ba}
		T2	14.25±0.04 ^{aa}	13.27±0.21 ^{ab}	12.99±0.01 ^{ac}	10.51±0.04 ^{bd}	14.84±0.04 ^{ba}
	Thigh	Control	11.58±0.04 ^{ad}	12.13±0.12 ^{ac}	15.51±0.15 ^{ab}	15.19±0.01 ^{ac}	16.30±0.02 ^{aa}
		T1	12.73±0.08 ^{ac}	12.50±0.02 ^{ac}	15.75±0.12 ^{ab}	15.83±0.08 ^{ab}	16.01±0.05 ^{aa}
		T2	11.90±0.11 ^{ac}	11.86±0.04 ^{bc}	14.22±0.13 ^{bb}	14.91±0.01 ^{bb}	15.82±0.03 ^{ba}
b*	Breast	Control	4.72±0.06 ^{bc}	7.82±0.05 ^{aa}	6.47±0.05 ^{bb}	4.88±0.02 ^{cc}	2.99±0.05 ^{cd}
		T1	6.83±0.04 ^{ab}	7.29±0.06 ^{aa}	6.80±0.01 ^{bb}	6.35±0.04 ^{bc}	5.39±0.02 ^{bd}
		T2	6.59±0.01 ^{ac}	7.67±0.04 ^{ab}	8.77±0.08 ^{aa}	8.26±0.03 ^{ac}	6.00±0.04 ^{ad}
	Thigh	Control	3.93±0.05 ^{cc}	6.31±0.01 ^{aa}	4.67±0.06 ^{cb}	4.40±0.05 ^{ab}	3.86±0.07 ^{bd}
		T1	4.48±0.09 ^{bc}	6.77±0.05 ^{aa}	6.04±0.11 ^{ab}	4.48±0.04 ^{ac}	3.86±0.05 ^{bd}
		T2	5.36±0.14 ^{ac}	6.22±0.01 ^{aa}	5.94±0.12 ^{bb}	4.96±0.06 ^{ad}	5.39±0.06 ^{ac}
C*	Breast	Control	14.75±0.11 ^{bc}	15.80±0.04 ^{ab}	14.00±0.05 ^{bd}	15.32±0.02 ^{ab}	17.16±0.07 ^{aa}
		T1	14.64±0.05 ^{bc}	15.00±0.06 ^{ab}	15.15±0.01 ^{aab}	15.65±0.01 ^{aa}	16.47±0.05 ^{ba}
		T2	15.70±0.03 ^{ab}	15.34±0.04 ^{ac}	15.67±0.02 ^{abc}	13.36±0.09 ^{bd}	16.01±0.01 ^{ba}
	Thigh	Control	12.23±0.01 ^{be}	13.67±0.05 ^{bd}	16.19±0.05 ^{ab}	15.81±0.05 ^{bc}	16.75±0.01 ^{aa}
		T1	13.59±0.05 ^{ac}	14.21±0.01 ^{ab}	16.86±0.09 ^{aa}	16.44±0.03 ^{aa}	16.46±0.02 ^{aa}
		T2	13.05±0.12 ^{ad}	13.40±0.12 ^{bd}	15.41±0.08 ^{bc}	15.71±0.01 ^{bb}	16.71±0.04 ^{aa}
h ^u	Breast	Control	18.61±0.11 ^{cc}	29.55±0.07 ^{ba}	27.51±0.04 ^{bb}	18.47±0.05 ^{cc}	9.96±0.06 ^{cd}
		T1	27.75±0.08 ^{ab}	29.00±0.11 ^{ba}	26.60±0.05 ^{cc}	23.87±0.04 ^{bd}	19.04±0.02 ^{be}
		T2	24.73±0.07 ^{bd}	30.00±0.12 ^{ac}	33.97±0.07 ^{ab}	38.13±0.02 ^{aa}	21.96±0.02 ^{ad}
	Thigh	Control	18.65±0.04 ^{bb}	27.37±0.15 ^{ba}	16.70±0.06 ^{cc}	16.05±0.12 ^{bc}	13.22±0.05 ^{bd}
		T1	19.14±0.05 ^{bc}	28.36±0.04 ^{aa}	20.91±0.05 ^{bb}	15.68±0.03 ^{cd}	13.46±0.01 ^{be}
		T2	24.16±0.04 ^{ab}	27.64±0.08 ^{ba}	22.59±0.07 ^{ac}	18.32±0.04 ^{ad}	18.74±0.02 ^{ad}

^{a-b} Means within the same column are significantly different($p<0.05$).

^{A-E} Means within the same row are significantly different($p<0.05$).

¹⁾ Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

육과 다리육을 분리하여 3±1℃, 1,200 Lux에서 12일간 저장하면서 육질검사를 실시하였다. 육의 pH는 게르마늄 급여에 따른 영향은 없었고, 지방함량은 게르마늄 급여육이 대조구보다 유의적으로 높았다($p<0.05$). 지방산 조성은 침지수 급여육(T2)이 T1이나 대조구에 비해 포화지방산 함량이 낮았고, 불포화지방산은 높았다. TPA 검사에서는 경도와 응집성

이 침지수 급여육(T2)에서 대조구보다 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). 게르마늄 급여육이 대조구에 비해 가슴육과 다리육 모두 콜레스테롤 함량이 낮았으나 가슴육은 침지수 급여육(T2)만 통계적 유의차를 나타내었다($p<0.05$). 냉장 저장 기간 중에 대조구에 비해 게르마늄 급여육의 TBARS가 비교적 낮은 수준을 유지하여($p<0.05$) 항산화 효과가 있는 것으로

Table 7. Effect of dietary germanium supplementation on fatty acid composition of extracted duck fat
(unit : %)

Item	Treatments ¹⁾		
	Control	T1	T2
C14:0	0.69	0.77	0.70
C16:0	23.11	24.03	22.08
C16:1(n7)	4.62	4.72	4.64
C18:0	5.93	6.10	5.70
C18:1(n9)	51.53	19.41	52.85
C18:2	11.85	12.64	11.84
C18:3(n6)	-	-	-
C18:3(n3)	0.49	0.53	0.48
C20:1(n9)	0.60	0.54	0.53
C20:2(n6)	0.32	0.31	0.33
C20:3(n6)	0.11	0.12	0.12
C20:4(n6)	0.50	0.55	0.47
C20:5(n3)	-	0.04	0.00
C22:4(n6)	0.14	0.17	0.13
C22:5(n3)	0.16	0.08	0.14
C22:6(n3)	-	-	-
SFA	29.71	30.90	28.47
UFA	70.29	69.11	71.53
n6/n3	20.25	22.04	20.70
MUFA/SFA	1.92	1.78	2.04
PUFA/SFA	0.46	0.47	0.47

¹⁾ Control: natural water + commercial feed, T1: 1~10 days(natural water + commercial feed), 11~42 days (natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium), T2: 1~10 days(germanium precipitated water + commercial feed), 11~42 days(natural water + commercial feed supplemented with 1% germanium).

로 나타났으며 급여구간 차이는 없었다. 게르마늄을 급여하면 저장중 육색의 L*, b*와 h⁰값이 유의적으로 높았고 (p<0.05). a*값의 증가가 둔화되었다. 그러므로 오리에 게르마늄을 급여하면 육색과 연도가 개선되고 저장 중 산화가 지연되는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. AOAC (1990) Official Methods of Analysis, 15th edition. Association, Official Analytical Chemists, Washington, DC.
2. Aso, H., Suzuki, F., Ebina, T., and Ishida, N. (1989) Antiviral activity of carboxyethyl germanium sesquioxide

(GE-132) in mice injected with influenza virus. *J. Biol. Respose. Mod.* **8**, 180-189.
3. Chang, I. and Watt, B. M. (1972) The fatty acid content of meat and poultry before and after cooking. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* **29**, 33-42.
4. DiMartino, M. J. (1986) Antiarthritic and immunoregulatory activity of spirogermanium. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* **236**, 103-110.
5. Folch, J. M., Lee, M., and Sloan, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-514.
6. Hachisu, M., Takahashi, H., Koeda, T., and Sekizawa, Y. (1983) Analgesic effect of novel organo germanium compound, GE-132. *J. Pharmacobiodyn* **6**, 814-820.
7. Hofmann, K., Hamm, R., and Bluchel, E. (1982) Neuestüber die Bestimmung der Wasserbindung des Fleisches mit Hilfe der Filterpapierpressmethode. *Fleischwirtschaft* **62(1)**, 87-92.
8. Kakefuda, T. and Yamamoto, H. (1978) Modification of DNA by benzo(a)pyrene diol epoxide I. In *Polycyclic Hydrocabons and Cancer*. Celboin, H. V. and Tso, P. O. P.(eds.), Academic Press, N. Y., Vol **2**, 293-304.
9. Komuro, T., Kaimoto, N., Katayama, T., and Hazato, T. (1986) Inhibitory effects of GE-132 (Carboxyethylgermanium sesquioxide) derivatives on enkephalin-degrading enzymes. *Biotechnol. Appl. Biochem.* **8**, 379-386.
10. Kumana, N., Nakai, Y., Ishikawa, T., Koinumaru, S., Suzuki, S., and Konno, K. (1987) Effect of carboxyethylgermanium sesquioxide on the methylcholanthrene-induced tumorigenesis in mice. *Sci. Rep. Res. Inst. Thoku Univ. Med.* **25**, 89-95.
11. Mochizuki, H. and Kada, T. (1982) Antimutagenic effect of GE-132 on r-ray-induced mutation in *Escherichia coli* B/r WP2 trpp. *Int. J. Radiat. Biol.* **42**, 653-659.
12. Morrison, W. R. and Smith, L. M. (1964) Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron trifluoride-methanol. *J. Lipid Res.* **5**, 600-608.
13. Nam, H. K. (1979) Studies on the effect of duck-meat on human blood cholesterol level. *J. Korea Soc. Food Nutr.* **8(1)**, 37-42.
14. Park, E. U., Park, J. C., Ryu, C. H., Park, M. K., Lee, D. W., Chae, H. S. and Cha, Y. H. (2000) Effect of sulfurnyl compound on growth and products of duck.

- Annual Report of National Livestock Research Institute, RDA. pp. 475-485.
15. Sale, F. O., Marchesini, S., Fishman, P. H., and Berra, B. (1984) A sensitive enzymatic assay for determination of cholesterol in lipid extracts. *Anal. Biochem.* **142**, 347-350.
 16. SAS (1989) SAS/STAT Software for PC. User's guide. version 6.12. SAS Institute, Cary, NC, USA.
 17. Satoh, H. and Iwaguchi, T. (1979) Antitumor activity of new novel organogermanium compound, GE-132. *Jap. J. Cancer Chemother.* **6**, 79-83.
 18. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jap. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
 19. Suzuki, F. and Pollard, R. B. (1984) Prevention of suppressed interferon gamma production in thermally injured compound, GE-132. *J. Interferon Res.* **4**, 223-233.
 20. Walker, C. M., Moody, D. J., Stites, D. P., and Levy, J. A. (1986) CD8 lymphocytes can control HIV infection *in vitro* by suppressing virus replication. *Science* **234**, 1563-1566.
 21. Wierbicki, E. and Deanherage, F. E. (1958) Determination of water holding capacity of fresh meat. *J. Agr. Food Chem.* **6**, 389-394.
 22. Yang, M. K. (2001) Study on possibility as antioxidant of Ge-132. *J. Korea Soc. Beauty* **2**, 87-95.
-
- (2003. 5. 30. 접수 ; 2003. 7. 24. 채택)