

Chitosan-ascorbate 처리 감압건조 과메기의 품질특성과 고지방식이 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향

신경옥 · 오승희¹ · 김순동[†]

대구가톨릭대학교 식품외식산업학부 식품공학 전공

¹포항1대학 다이어트과학계열 식품영양전공

Quality Characteristics of Chitosan-ascorbate Treated *Kwamaegi* Prepared by Vacuum Drying, and Lowering Effect of Serum Lipids in Rats Fed High Fat Diets

Kyung-Ok Shin, Seung-Hee Oh¹ and Sood-Dong Kim[†]

[†]Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Industrial Technology, Catholic University of Daegu, Gyungsan 712-702, Korea,

¹Department of Diet and Culinary Art Pohang College, Pohang 791-711, Korea

Abstract

Quality characteristics of *Kwamaegi* (semi-dried saury) prepared by treatment of chitosan-ascorbate (CA) and vacuum drying at 40~60°C (VDK), and the effect of the *Kwamaegi* on serum lipid profiles and anti-oxidation-related enzyme activity in rats fed high fat diets were investigated. The preparation periods were 4.5~8.3 hr in VDK, while naturally dried *Kwamaegi* (NDK) took 360480 hr. Total microbe contents of VDK and NDK were 0.2~0.5 and 8.2 log CFU/g, respectively. There was no significant difference in amino-nitrogen content. Compared with NDK, the acid and peroxide value, and fishy flavor of VDK40 (dried at 40°C) were significantly lower, and the texture, color and overall acceptability were higher. In animal experiments, weight gain, content of LDL-cholesterol and lipid peroxide, activities of total (T) and O type (O) xanthine oxidase, and the O/T ratio (%) were significantly lower in the VDK40 diet group than in the NDK diet group. The content of HDL-cholesterol in the VDK40 diet group was higher than in the NDK diet group. These results suggest that preparing CA-treated *Kwamaegi* with vacuum-drying at 40°C can be applied throughout the year, and may shorten preparation time and improve its microbiological safety and nutritional values.

Key words : *Kwamaegi*, quality characteristics, chitosan-ascorbate, vacuum drying, serum lipid profile.

서 론

과메기는 생선의 눈을 꼬챙이에 꿰어 열 말린데서 불리어진 관목(貫目)으로부터 유래된 이름으로 관목, 관매기, 과매기 등으로 명명되었으며, 동해안 일대에서는 조선시대부터 생선의 보존법으로 동절기에 꽂치나 청어 같은 등푸른 생선을 자연 건조하여 식용으로 이용해왔다(1). 생선

의 보존법으로는 염장법과 건조법이 널리 이용되어 왔으며, 안동의 간 고등어 및 영천의 돔배기는 염장, 포항의 과메기는 건조에 의하여 보존성을 향상시킨 대표적인 전통 식품이다. 일반적으로 과메기의 제조는 겨울철의 자연환경에서 약 15일정도 건조시키며(2), 이 기간 동안에는 숙성 및 발효와 건조가 동시에 진행되어 원료 생선과는 다른 독특한 풍미를 띠게 된다. 과메기의 재료로는 꽂치, 고등어, 방어, 정어리, 전갱어, 다랑어 등 다양한 어류를 사용할 수 있으나 8~12월에 어획되는 꽂치를 이용한 과메기가 가장 많다. 과메기에 함유된 eicosapentaenoic acid (EPA)와

[†]Corresponding author. E-mail : kimsd@cu.ac.kr,
Phone : 82-53-850-3216, Fax : 82-53-850-3216

docosahexaenoic acid (DHA)는 혈관확장, 혈소판응집억제 및 혈압강하 작용이 있으며 또한 혈액내의 중성지방과 cholesterol 함량을 감소하는 등 다양한 생활습관병의 예방과 치유효과가 있는 것으로 알려져 있다(3). 그러나 자연환경에서 비교적 장시간동안 제조함에 따른 환경오염과 미생물의 번식 및 지질의 산화로 품질저하가 우려되며 이를 보완할 수 있는 제조법에 관한 연구가 요망되고 있다(4).

Chitosan-ascorbate (CA)는 chitosan의 amino기와 ascorbic acid가 Schiff 반응에 의하여 생성된 염(5)으로 chitosan의 기능성과 ascorbic acid의 기능성이 접목됨으로서 키토산보다 높은 키토산이 가는 항균력보다 더 높은 항균력을 나타내며, ascorbic acid 보다 더욱 높은 항산화능을 가질 뿐만 아니라 ascorbic acid의 안정성이 높은 것으로 알려져 있다(6). 이에 관한 연구는 부분적으로 이루어지고 있으며, 체내에서 단백질 대사에는 영향을 주지 않으면서 지질을 흡착하여 배설됨으로서 비만예방(7)과 지방의 과다섭취로 나타나는 Crohn's병의 치유 및 예방에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(8). 또, chitosan은 ascorbic acid의 안정성 향상(9)과 체내 콜레스테롤 저하효과(21)가 알려져 있으나 이의 활용에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

본 연구에서는 과메기가 겨울철에 한시적으로 생산되고 있는 문제점을 개선함과 동시에 연중 생산가능하게 하며, 제조기간의 단축 및 공기접촉방지를 통한 지질의 산화방지를 피하고자 CA의 표면처리와 감압건조로 제조한 과메기의 품질특성을 비교함과 동시에 고지방식이 흰쥐의 혈청지질에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

과메기 제조용 썬치는 길이가 20 ± 2 cm의 신선한 것을 구룡포에서 구입하여 사용하였으며, 키토산(분자량이 2025 kDa)은 (주)금호화학 (Gumhowhasung Co Ltd, Korea), ascorbic acid는 Sigma사로부터 구입하여 사용하였다.

Chitosan-ascorbate의 조제

Chitosan-ascorbate (CA)는 Lee 등(6)의 방법에 준하여 키토산 10 g을 vortex 상에서 1% ascorbic acid 용액 1 L에 가하여 1시간동안 반응, 용해시켜 조제하였다.

과메기의 제조

과메기는 신선한 썬치의 머리, 꼬리, 지느러미 등 비 가식 부위를 제거하고 길이로 1/2로 절단한 후 10배량의 CA용액에 5분간 침지하여 표면처리하고, 10°C의 저온실에서 2일간 숙성시킨 후 감압건조기 (HB-501VS, Hanback Scientific Co, Gyeonggi-do, Korea)를 사용하여 0~10 mmHg에서 온도

별 (40, 50, 60°C)로 최종수분함량이 35%가 되도록 건조하였다(Fig. 1). 대조구로 사용한 자연건조 과메기는 5~15°C의 자연환경 하에서 약 15일간 건조하였으며, 냉풍건조 과메기는 감압건조과메기와 동일하게 숙성시킨 후 CA로 표면처리를 하여 20°C의 냉풍건조기 (GR-101, Hanyoung Co. Ltd, Seoul, Korea)를 사용하여 건조하였다.

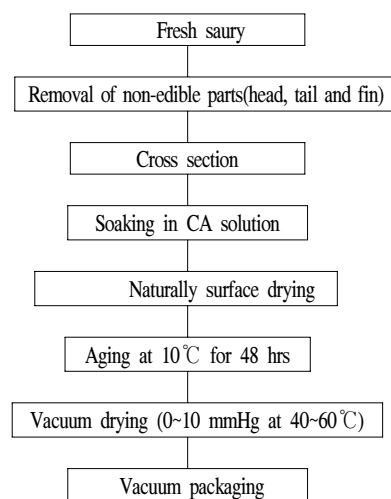


Fig. 1. Preparation procedure of CA treated and vacuum dried Kwamaegi.

품질특성 조사

과메기의 품질특성으로 수분함량, 산가 및 과산화물가는 AOAC법(10), 아미노테질소 함량은 Ko 등(11)의 행한 방법에 준하여 측정하였다. 총균수는 과메기 10 g을 무균적으로 채취, 살균한 증류수로 균질화한 후 0.1% peptone수로 희석하고 Plate Count Agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 부어 37°C에서 48시간 배양하여 생균수를 측정하였다. 관능검사는 식품공학을 전공하는 대학생 25명의 관능요원에 의하여 5점 채점법(12)에 의하여 비린 맛, 쫄깃한 맛은 강도로, 텍스처, 색상 및 종합적인 품질은 기호도로 아주 약하다 또는 아주 나쁘다(1점), 약하다 또는 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 강하다 또는 좋다(4점), 아주강하다 또는 아주 좋다(5점)로 평가하였다.

실험동물 및 사육방법

실험동물은 평균체중 215 ± 5.2 g의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 4개 군으로 나누어 각 실험군마다 10마리씩 총 40마리를 구입하여 실험에 사용하였다. 환경에 적응시키기 위해 일반 배합사료 (Purina Co, Seoul, Korea)로 1주간 예비사육한 후 4주간 실험 식이를 행하였다. 실험식이와 물은 자유 공급하였다. 모든 실험군의 식이는 1주일에 한 번씩 제조하여 4°C에 냉장보관하면서 매일 신선한 식이를 공급하였다. 사육장은 stainless steel 장을 사용하였고, 일정한 온도 (23 ± 2 °C)와 습도 (60 ± 5 %)를 유지하였으며 명암은

6:00 AM~6:00 PM으로 사이클을 조정하였다.

실험군 및 실험식이의 조제

실험군은 정상대조군 (NC), 고지방식이 대조군 (HC), 고지방식이에 자연건조한 과메기를 동결건조하여 10% 첨가한 식이군 (HNK) 및 고지방식이에 CA처리하여 40°C에서 감압건조한 과메기를 동결건조하여 10% 첨가한 식이군 (HVK)으로 구분하였다. 기본식은 AIN-76A diet (Teklad, USA)를 기준으로 정상군은 탄수화물:지질:단백질의 비를 63:16:21, 고지방 식이군은 52:27:21로 조정하였으며, mineral mixture 및 vitamin mixture는 AIN-76A에 따라 조합하였다 (Table 1). AOAC법(10)으로 측정된 동결건조한 과메기의 단백질함량과 지방함량은 각각 61.2% 및 28.8%였으며 이 값을 casein과 corn oil에서 대체하였다.

Table 1. Experimental groups and compositions of diets

Ingredients	(%)			
	NC ¹⁾	HC ²⁾	HNK ³⁾	HVK ⁴⁾
Corn starch	57	46.5	46.5	46.5
Casein	20	20	13.2	13.2
DL-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
Corn oil	15	10.5	7.3	7.3
Lard	-	15	15	15
AIN mineral mixture ⁵⁾	3.5	3.5	3.5	3.5
AIN vitamin mixture ⁶⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline chloride	0.2	0.2	0.2	0.2
Cellulose	3.0	3.0	3.0	3.0
Naturally dried <i>Kwamaegi</i>	-	-	10	-
CA ⁷⁾ treated <i>Kwamaegi</i>	-	-	-	10
Total	101	102	103	94

¹⁻⁴⁾NC; normal control, HC; high fat diet control, HNK; high fat diet with 2% naturally dried *Kwamaegi*, HVK; high fat diet with 2% vacuum dried(40°C) *Kwamaegi* with CA.

증체량, 식이섭취량, 식이효율 및 혈청지질의 분석

증체량, 식이섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하였으며, 식이효율 (FER: feed efficiency ratio)은 1일 증체량을 1일 식이섭취량으로 나눈 값으로 하였다. 혈청중성지질, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 함량의 함량은 kit 시약 (AM 157S-K, AM 202-K, AM 203-K, Asanpharm Co, Korea)으로 측정하였으며, LDL-콜레스테롤 함량은 Fridwald 등 (13)의 방법에 따라 계산하였다.

GSH 및 LPO의 함량 측정

GSH (glutathione) 함량은 Ellman(14)의 방법에 준해 간 조직 균질액 일정량에 4% sulfosalicylic acid를 가해 단백질

을 제거하고 원심분리하여 얻은 상정액에 5,5'-dithio-bis(2-nitrobenzoic acid)를 가해 생성되는 thiophenol의 흡광도 (412 nm)를 측정, 표준검량선에 의해 함량($\mu\text{mole/g}$)을 산출하였다. LPO (lipid peroxide)의 함량은 Satho(15)의 방법에 준하여 간 조직 균질액 일정량에 thiobarbituric acid (TBA) 용액을 가하고 boiling water bath내에서 15분 동안 반응시켜 생성된 TBA-reactive substance를 n-butanol로 추출, 흡광도 (532 nm)를 측정, 분자흡광계수 ($\epsilon=1.5 \times 10^5\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 함량 (nmole/g)을 산출하였다.

XOD 및 GST 활성도 측정

XOD(xanthine oxidase)활성은 Stirpe 등(16)의 방법에 준하여 total 활성과 O type 활성을 측정하였으며, 간 조직 단백질 mg당 분당 기질 xanthine으로부터 생성되는 uric acid의 함량 (nmole)으로 나타내었다. 단백질의 함량은 Lowry 등(17)의 방법에 준하여 측정하였으며 표준 (bovine serum albumin)의 검량선에 의하여 정량하였다.

GST(glutathione S-transferase)의 활성은 Habig 등(18)의 방법에 준해 0.1 M phosphate 완충액(pH 6.5) 일정량에 간 조직으로부터 추출한 효소액과 기질(1-chloro-2,4-dinitrobenzene) 및 GSH를 혼합하여 25°C에서 반응시킨 다음 340 nm에서 흡광도의 변화를 측정하고 분자흡광계수($\epsilon=9.5\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 conjugate의 생성량을 산정하였다. 효소활성 단위는 분당 단백질 mg당 생성된 thioether의 nmole로 나타내었다.

통계분석

분석은 3반복으로 실험하여 평균치와 표준편차로, 관능 검사 결과는 관능요원 25명의 평균치와 표준편차로, 동물 실험 결과는 실험동물 10마리의 평균치와 표준편차로 나타내었다. 유의성 검증은 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(19)를 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

CA처리 감압건조 과메기의 품질특성

자연건조한 과메기 (ND)와 CA를 표면 처리하여 20°C에서 냉풍건조한 과메기 (CD), 40, 50 및 60°C에서 감압건조한 과메기 (VD-40, VD-50, VD-60)의 제조기간과 품질특성을 비교한 결과는 Table 2와 같다.

과메기 제조에 소요되는 시간은 자연 건조한 경우는 360~480시간, 냉풍건조한 경우는 220~245시간이 소요된 반면 40~60°C에서 감압건조한 경우는 4.5~8.3시간으로 제조기간이 크게 단축되었다. 또한 CA를 처리한 감압건조 과메기 (0.2~0.5 log CFU/g)는 자연건조 과메기(8.2 log

Table 2. Quality characteristics of vacuum dried *Kwamaegi* with CA

Measurement	ND ¹⁾	CA treatment and drying			
		CD ²⁾	VD-40 ³⁾	VD-50 ⁴⁾	VD-60 ⁵⁾
Preparation time(hrs)	360-480	220-245	8.3±0.2	5.1±0.1	4.5±0.3
Total microbe(log CFU/g)	8.2±0.3 ^{a,10)}	0.5±0.2 ^b	0.5±0.3 ^b	0.2±0.2 ^b	0.4±0.2 ^b
Amino-nitrogen(mg%)	135.0±5.2 ^{NS,11)}	131.2±4.5	133.6±5.9	128.3±4.7	129.2±5.3
Acid value(KOH mg/g)	4.5±0.7 ^a	2.9±0.5 ^b	1.3±0.4 ^c	1.5±0.6 ^c	1.7±0.4 ^c
Peroxide value(meq/kg)	51.0±2.8 ^a	31.0±1.1 ^b	16.5±0.8 ^c	17.0±0.3 ^c	18.0±0.5 ^c
Fishy flavor ⁶⁾	4.5±0.2 ^a	3.0±0.3 ^b	3.1±0.2 ^b	3.2±0.2 ^b	3.0±0.3 ^b
Texture ⁷⁾	3.3±0.2 ^c	2.6±0.3 ^d	4.5±0.2 ^a	3.4±0.2 ^b	3.1±0.3 ^b
Color ⁸⁾	3.2±0.2 ^a	2.8±0.2 ^a	4.3±0.3 ^a	4.2±0.2 ^a	3.6±0.2 ^a
Overall acceptability ⁹⁾	3.1±0.2 ^b	2.7±0.3 ^c	4.2±0.3 ^a	4.0±0.3 ^a	3.7±0.2 ^a

¹⁻⁵⁾ Abbreviations: ND; naturally drying, CD; CA treatment and cooled wind drying at 15°C, VD-40; CA treatment and vacuum drying at 40°C, VD-50; CA treatment and vacuum drying at 50°C, VD-60; CA treatment and vacuum drying at 60°C.

⁶⁾ Sensory quality was evaluated from very low(1 point) to very strong(5 points).

⁷⁻⁹⁾ Sensory quality were evaluated from very poor(1 point) to very good(5 points).

¹⁰⁾ Values are means±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a row (a-d) indicate significant differences at p<0.05.

¹¹⁾ Not significant.

CFU/g)에 비하여 총균수가 현저하게 낮았으나 냉풍건조과메기와 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

아미노태질소 함량은 모든 실험구에서 128.3~135.0 mg%로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 산가와 과산화물가는 자연건조 및 냉풍건조 과메기가 CA를 처리하여 감압 건조한 과메기에 비하여 현저하게 높았다. 관능검사결과에서는 CA를 처리하여 40°C에서 감압 건조한 과메기(VD-40)가 자연건조 및 냉풍건조 과메기에 비하여 비린내가 적고 조직감, 색상 및 종합적기호도가 양호하였다.

Oh와 Kim(20,21)은 겨울철의 자연환경 하에서 과메기를 제조하는 데는 상당한 기간(약 360 시간)이 소요되며, 공기의 노출로 인한 지방의 산화와 미생물의 오염가능성이 있다고 하였으며, 제조기간을 단축할 목적으로 생선을 2등분하거나 냉풍건조 할 경우는 이러한 가능성이 더욱 큼을 지적하였다. 본 연구의 CA처리 감압건조 과메기에서 총 균수가 낮고 산가와 과산화물가가 자연건조 및 냉풍건조 과메기에 비하여 현저하게 낮은 현상은 CA가 가지는 항균성과 항산화성(7,9)에도 그 영향을 있겠으나 감압건조로 인한 공기접촉 방지와 제조기간의 단축에 의한 영향도 있는 것으로 사료된다. Kim 등(22)은 과메기 제조시 감마선 조사는 총균수를 감소시킴으로서 비린내를 크게 감소시킬 수 있다고 하였으며 과메기에 오염된 미생물이 품질에 지대한 영향을 미침을 시사하였다. 본 연구에서도 CA처리 과메기에서 총균수의 감소와 함께 비린내가 크게 감소하였는데 이는 CA처리 및 감압건조가 미생물의 생육을 크게 감소시킨 때문이라 사료된다.

이상의 결과 CA를 처리하여 40°C에서 감압건조한 과메

기는 총균수가 낮고, 지방산화가 적으며, 관능적 품질이 양호하며, 제조기간을 단축시킬 수 있는 방법이라 판단된다. 또한 현재 겨울철의 한시적 생산을 4계절 생산으로 전환시킬 수 있는 바람직한 방법이라 사료된다. 따라서 이하의 동물실험에서는 과메기의 품질이 가장 우수한 CA를 표면 처리하여 40°C에서 감압 건조하여 제조한 과메기(VD-40)를 자연건조한 과메기(ND)와 비교하였다.

증체량, 식이섭취량, 식이효율 및 혈청지질 함량

고지방식이 흰쥐의 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율 및 혈청지질함량에 미치는 자연건조 과메기와 CA를 처리하여 40°C에서 감압 건조한 과메기의 식이효과를 알아보기 위하여 이들 과메기를 동결건조하여 10%되게 첨가한 사료로 4주간 사육한 결과는 Table 3, 4와 같다.

Table 3. Weight gain, feed intakes and feed efficiency ratio of rats fed high fat diet with 10% CA treated and vacuum dried *Kwamaegi*

Groups ¹⁾	Final body weight (g/rat)	Weight gain (g/day)	Feed intakes (g/day)	FER ²⁾
NC	396.7±18.4 ^{b,3)}	5.24±0.32 ^{bc}	22.6±0.4 ^{NS,4)}	0.23±0.02 ^c
HC	446.6±22.1 ^a	6.95±0.38 ^a	22.3±0.7	0.31±0.01 ^a
HNK	411.6±21.4 ^{ab}	5.70±0.31 ^b	22.0±0.6	0.26±0.02 ^b
HVK	395.8±17.5 ^b	5.11±0.25 ^c	22.1±0.5	0.23±0.01 ^c

¹⁾ See Table 1.

²⁾ FER(feed efficiency ratio): daily weight gain/daily feed intakes.

³⁾ Values are means±SD of 10 rats. Different superscripts within a column(a-c) indicate significant differences at p<0.05.

⁴⁾ Not significant.

고지방식이 대조군(HC)의 1일 체중증가량은 정상군(NC)에 비하여 32.6%가 증가하였으나 과메기 식이군(HNK 및 HVK)은 모두 고지방식이로 높아진 1일 체중증가량을 18.0~26.5% 감소시켰으며, CA를 처리하여 40°C에서 감압 건조한 과메기 식이군의 식이효율은 거의 정상군(NC) 수준으로 회복되었다.

CA처리 감압건조 과메기 식이군의 혈청 중성지질과 total cholesterol 함량은 고지방식이 대조군에 비해 각각 21.0 및 17.2%가 감소하였다. 또한 몸에 이로운 HDL-cholesterol 함량은 자연건조과메기 식이군보다는 7.9%가 증가하였으며 정상군과 유사한 값을 나타내었다. 몸에 해로운 LDL-cholesterol 함량은 고지방식이 대조군에서는 정상군에 비하여 67.7%가 증가하였으나 감압건조 과메기 식이군에서는 고지방식이대조군보다 48.3%, 자연건조 과메기 식이군보다 26.0%가 각각 감소하였다. 동맥경화지수도 고지방식이대조군의 1.25에 비하여 자연건조과메기 식이군과 감압건조과메기 식이군은 35.2 및 58.4%가 각각 감소하였다.

Table 4. Content of serum lipids and atherogenic index of rats fed high fat diet with 10% CA treated and vacuum dried Kwamaegi

Groups ¹⁾	Triglyceride (mg/dL)	Total cholesterol (mg/dL)	HDL-cholesterol (mg/dL)	LDL-cholesterol ²⁾ (mg/dL)	Atherogenic index ³⁾
NC	86.4±5.7 ^{bc4)}	113.5±5.6 ^b	60.9±4.3 ^a	35.3±3.8 ^c	0.58±0.19 ^f
HC	101.8±6.0 ^a	127.0±6.9 ^a	47.4±3.2 ^b	59.2±4.8 ^a	1.25±0.20 ^a
HNK	97.3±5.2 ^{ab}	117.4±4.0 ^b	54.1±4.1 ^b	43.8±3.4 ^b	0.81±0.21 ^b
HVK	80.4±4.7 ^c	105.1±5.3 ^c	58.4±4.0 ^a	30.6±2.6 ^c	0.52±0.09 ^c

¹⁾See Table 1.²⁾LDL-cholesterol = Total cholesterol - HDL-cholesterol - (TG/5)³⁾LDL-cholesterol/HDL-cholesterol.⁴⁾Values are means±SD of 10 rats. different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences at p<0.05.

Kim 등(23)은 고콜레스테롤식이 흰쥐에 키토올리고당을 급여하였을 때 체중감소효과를 보인다고 하였으며, Shin 등(24)도 고지방식이 흰쥐에서 CA가 체중감소와 혈청지질의 개선효과를 나타낸다고 하였다. 따라서 본 실험의 결과는 과메기에 함유된 EPA 및 DHA의 혈청지질 개선작용(3)과 더불어 키토산의 체내 콜레스테롤 저하(8) 및 CA의 체내 지질의 흡착, 배설을 통한 체내흡수를 저해효과(25)로 나타난 결과라 사료되며, 과메기 제조시 CA를 처리한 후 감압하에서 건조함으로써 지질의 산화 등에 영향을 미친 결과라 사료된다.

간조직의 GSH 및 LPO 함량과 XOD 및 GST활성

실험식으로 4주간 급여한 흰쥐 간조직의 GSH (glutathione) 및 LPO (lipid peroxide) 함량과 XOD (xanthine oxidase) 및 GST (glutathione S-transferase) 활성을 측정할 결과는 Table 5와 같다. GSH 함량은 고지방식이대조군(HC)이 정상군(NC)에 비하여 다소 높아진 경향이던 유의적인 차이가 없었으며 실험식이군(자연건조 과메기식이군; HNK, 감압건조과메기 식이군; HVK)에서는 고지방식이대조군에 비하여는 다소 감소되는 경향이던 유의성은

Table 5. Content of GSH, LPO, and activities of hepatic XOD and GST of rats fed high fat diet with 10% CA treated and vacuum dried Kwamaegi

Groups ¹⁾	GSH ²⁾ (μmole/g)	LPO ³⁾ (μmole/g)	XOD ⁴⁾ (uric acid nmole/mg-protein/min)			GST ⁵⁾ (thioether nmole/mg-protein/min)
			Total	O type	O/T(%)	
NC	4.57±0.17 ^{NS6)}	10.92±0.49 ^{c7)}	4.59±0.47 ^b	1.12±0.79 ^b	39.22±2.77 ^a	379.66±40.39 ^{NS}
HC	4.43±0.29	15.01±0.41 ^a	5.47±0.32 ^a	1.85±0.13 ^a	33.82±2.21 ^b	333.52±34.50
HNK	4.70±0.35	13.21±0.36 ^b	4.80±0.35 ^{ab}	1.20±0.11 ^b	25.00±2.19 ^c	358.11±37.24
HVK	4.77±0.31	11.39±0.46 ^c	4.18±0.38 ^b	0.92±0.11 ^b	22.01±2.32 ^c	367.21±34.32

¹⁾See Table 1.²⁻⁵⁾Abbreviations: GSH; glutathione, LPO; lipid peroxide, XOD; xanthine oxidase, GST; glutathione S-transferase.⁶⁾Not significant.⁷⁾Values are means±SD of 10 rats. different superscripts within a column (a-c) indicate significant differences (p<0.05).

없었다. 그러나 LPO 함량은 정상군에 비하여 고지방식이 대조군에서 현저한 증가를 보였으나 과메기 식이군은 유의적인 감소를 나타내었으며 특히 감압건조과메기 식이군은 정상군 수준으로 감소되었다. XOD의 total 활성도와 O type 활성도는 고지방식이 대조군에서 증가하였으나 과메기 식이군에서는 유의적인 차이 없이 감소하는 경향을 보였다. O/T(%) 역시 동일한 경향을 나타내었다. GTS 활성도는 실험군간의 유의적인 차이를 보이지 않았다.

GSH는 superoxide dismutase에 의하여 superoxide radical 이 환원되어 생성된 H₂O₂를 glutathione peroxidase와 함께 H₂O로 전환시키는데 관여하며(26,27), LPO는 체내 산화적 스트레스의 증가와 항산화력 감소에 의해 생성된다(28). 또한 XOD는 purine, pyrimidine, aldehyde류 및 heterocyclic 화합물의 대사에 관여하는 비 특이적 효소로 생체 내에서는 주로 hypoxanthine을 xanthine으로, xanthine을 산화시켜 uric acid를 생성하는 반응에 관여하는 효소로 정상조직세포에서는 NAD⁺를 전자수용체로 이용하지만(29,30), 병태적인 상태에서는 O₂를 전자수용체로 이용함으로써 조직의 손상 및 대사성 질환과 관련된 superoxide를 생성하는 O type으로 전환된다(31). 그러므로 XOD의 O type활성과 O/T ratio(%)가 증가할 경우 superoxide와 같은 활성산소종의 과잉 생성으로 인하여 조직의 손상이 초래되는 것으로 보고 되고 있다(32).

한편, GST는 포합효소의 일종으로 조직 내 친전자성 독성물질을 무독화(33,34) 하거나 LPO의 제거에도 관여(35) 하는 것으로 알려져 있다. 따라서 이러한 점을 고려해 볼 때 과메기 특히 CA를 처리하여 40°C에서 감압건조한 과메기의 섭취에 의해 GST의 활성이 높아짐으로써 LPO함량과 XOD O type활성 및 O/T(%)를 감소에 영향을 주는 것으로 보인다.

요 약

Chitosan-ascorbate (CA)를 표면처리한 후 40~60°C에서 감압건조한 과메기(VD-과메기)의 품질특성과 고지방식이 흰쥐의 혈청지질과 항산화계 효소활성에 미치는 영향을 조사하였다. VD-과메기의 제조기간은 4.5~8.3시간, 자연건조과메기(ND-과메기)의 제조기간 360~480시간이었다. 총균수는 VD-과메기에서는 0.2~0.5 log CFU/g, ND-과메기에서는 8.2 log CFU/g였다. 아미노태질소 함량은 128.3~135.0 mg%로 ND-과메기와 VD-과메기의 뚜렷한 차이가 없었다. VD-과메기는 ND-과메기에 비하여 산가와 과산화물가가 현저하게 낮으며 비린내가 적고 조직감, 색상 및 종합적기호도가 높았으며 종합적으로는 40°C에서 제조한 VD-40-과메기가 가장 우수하였다. 고지방식이 흰쥐에 감압건조한 VD-40-과메기를 10% 혼합하여 4주간 급여한 군 (HVK)은

ND-과메기에 비하여 증체량이 낮고, 혈청 HDL-cholesterol 함량은 높은 반면 total cholesterol과 LDL-cholesterol 함량이 낮았으며, glutathione 함량은 뚜렷한 차이가 없으나 lipid peroxide 함량은 현저하게 낮았다. 또한 고지방식으로 증가된 간의 xanthine oxidase total 및 O type 활성도 및 O/T(%)를 유의적으로 감소시켰다. 이상의 결과, 과메기 제조시 CA를 처리한 후 40°C에서 감압건조하는 방법은 제조기간을 크게 단축시킬 뿐만 아니라 과메기의 위생성과 영양성을 높일 수 있는 방법으로 산업적 활용이 기대된다.

감사의 글

본 연구는 대구가톨릭대학교 해양바이오연구센터의 지원에 의한 연구결과이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Oh, S.H. and Kim, D.J. (1995) The change in content of constitutive lipid and fatty acid of pacific saury during natural freezing dry(*Kwamaekee*). Korean J. Food Nutr., 8, 239-252
- Lee, J.W., Cho, K.H., Yook, H.S., Jo, C., Kim, D.H. and Byun, M.W. (2002) The effect of gamma irradiation on the stability and hygienic quality of semi-dried pacific saury(*Cololabis seira*) flesh. Radiat. Phys. Chem., 64, 309-315
- Uhei, N., Sumiko, K. and Kunitoshi, S. (1990) Effect of Pacific saury(*Coloabis seira*) on serum cholesterol and component fatty acid in humans. Eiyogaku. Zasshi., 48, 233-236
- Kim, D.J., Lee, J.W., Cho, K.H., Yook, H.S. and Byun, M.W. (2000) Quality properties of gamma irradiated Kwamegi(semi-dried *Cololabis seira*). Korean J. Food Sci. Technol., 32, 1128-1134
- Muzzarelli, R.A.A., Tanfani, F. and Emanuelli, M. (1984) Chelating derivatives of chitosan obtained by reaction with ascorbic acid. Carbohydr. Polym., 4, 137-151
- Lee, S.B., Lee, Y.K. and Kim, S.D. (2006) Solubility, antioxidant and antimicrobial activity of chitosan-ascorbate. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35, 973-986
- Kanauchi, O., Deuchi, K., Imasato, Y., Shizukuishi, M. and Kobayashi, E. (1995) Mechanism for the inhibition of fat digestion by chitosan and for the synergistic effect ascorbate. Biosci. Biotech. Biochem., 59, 786-790
- Tsujikawa, T., Kanauchi, O., Andoh, A., Saotome, T., Sasaki, M., Fujivama, Y. and Bamba, T. (2003) Supplement of chitosan and ascorbic acid mixture for Cronhn's disease: A pilot study. Nutr., 19, 137-139
- Zoldners, J., Kiseleva, T. and Kaiminsh, I. (2005) Influence of ascorbic acid on the stability of chitosan solutions. Carbohydr. Polym., 60, 215-218
- A.O.A.C. (1990) Official methods of analysis. 15th ed. Associations of Official Analytical Chemists, Washington DC. p.788.
- Ko, H.S., Cho, D.H., Hwang, S.Y. and Kim, Y.M. (1999) The effect of quality improvement by *chungkukjang* processing methods. Korean J. Food Nutr., 12, 1-6
- Herbert, A. and Juel, L.S. (1992) Sensory Evaluation Practices. 2nd ed. Academic press, New York. NY, USA. p.68-94
- Fridwald, W.T., Levy, R.I. and Fredrickson, D.S. (1972) Estimation of the concentration of the low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. Clin. Chem., 18, 499-502
- Ellman, G.L. (1959) Tissue sulfhydryl group. ABB., 82, 70-77
- Satho, K. (1978) Serum lipid peroxide in cerebrovascular disorders determined by a new colorimetric method. Clin. Chim. Acta., 90, 37-43
- Stirpe, F. and Della, Cortem E. (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. J. Biol. Chem., 244, 3855-3860
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.L. (1951) Protein measurement by folin phenol reagent. J. Biol. Chem., 193, 265-275
- Habig, W.H., Pabist, M.J. and Jakoby, W.B. (1974). Glutathione S-transferase: The first enzymatic step in mercapturic acid formation. J. Biol. Chem., 249, 7130-7139
- Chae, S.I. and Kim, B.J. (1995) *Statistical Analysis for SPSS/PC*. Bubmoon Publishing Co, Seoul, Korea, p.66-759
- Oh, S.H. and Kim, D.J. (1995) The change in content of constitutive lipid and fatty acid of pacific saury during natural freezing dry(*Kwamaegi*). Korean J. Food Nutr., 8, 239-252
- Oh, S.H. and Kim, D.J. (1998) Change of nucleotides, free amino acids in Kwamaegi flesh by different drying for pacific saury, *Cololabis saira*. Korean J. Food Nutr., 11, 249-255
- Kim, D.J., Lee, J.W., Cho, K.H., Yook, H.S. and Byun,

- M.W. (2000) Quality properties of gamma irradiated *Kwamaegi*(semi-dried *Cololabis seira*). Korean J. Food Sci. Technol., 32, 1128-1134
23. Kim, K.N., Joo, E.S., Kim, K.I., Kim, S.K., Yang, H.P. and Jeon, Y.J. (2005) Effect of chitosan oligosaccharides on cholesterol level and antioxidant enzyme activities in hypercholesterolemic rat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34, 36-41
24. Shin, J.G., Lee, S.I., Kwon, J.H. and Kim, S.D. (2005) Effect of beni-koji with chitosan-ascorbate on serum lipid profile of rats fed a high fat diet. J. East Asian Soc. Dietary Life, 15, 524-530
25. Kanauchi, O., Deuchi, K., Imasato, Y. and Kobayashi, E. (1994) Increasing effect of a chitosan and ascorbic acid mixture on fecal dietary fat excretion. Biosci. Biotech. Biochem., 58, 1617-1620
26. Sara, C.G. and Terezinha, D. (2005) Oxidative stress in alcohol-induced rat parotid sialadenosis. Arch. Oral Biol., 50, 661-668
27. Hausburg, M.A., Dekrey, G.K., Salmen, J.J., Palic, M.R. and Gardiner, C.S. (2005) Effects of paraquat on development of preimplantation embryos *in vivo* and *in vitro*. Reprod. Toxicol., 20, 239-246
28. Vladislav, E., Dana, K. and Monika, B. (2004) The effect of curcumin on cadmium-induced oxidative damage and trace elements level in the liver of rats and mice. Toxicology Lett., 151, 79-85
29. Stirpe, F. and Della, Corte.E. (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase. J. Biol. Chem., 244, 3855-3860
30. Yoon, C.G. and Huh, K. (1989) Effect of carbon tetrachloride intoxication on the type conversion of xanthine dehydrogenase into xanthine oxidase in rats. Arch. Pharm. Res., 10, 36-41
31. Roy, R. and McCord, J.M. (1982) Ischemia-induced conversion of xanthine dehydrogenase to xanthine oxidase. Fed. Proc., 41, 767-773
32. Lebovitz, B.E. and Siegel, B.V. (1980) Aspects of free radical reactions in biological systems. Aging J. Gerontol., 35, 45-56
33. Jakoby, W.B. (1978) The glutathione S-transferase: a group of multifunctional detoxification proteins. Adv. Enzymol. Relat. Areas Mol. Biol., 46, 383-414
34. Heijne, W.H.M., Slitt, A.L., van Bladeren, P.J., Groten, J.P., Klaassen, C.D., Stierum, R.H. and van Ommen, B. (2004) Bromo-benzene-induced hepatotoxicity at the transcriptome level. Toxicol. Sci., 79, 411-422
35. Hashim, M.S., Lincy, S., Remya, V., Teena, M. and Anila, L. (2005) Effect of polyphenolic compounds from *Coriandrum sativum* on H₂O₂-induced oxidative stress in human lymphocytes. Food Chem., 92, 653-660