

## 상압과 가압조건에서 제조한 소뼈 용출액의 이화학 및 관능 특성

문상하 · 김재철 · 황금택\* · 차용범<sup>1</sup>  
서울대학교 식품영양학과 · 생활과학연구소, <sup>1</sup>(주)우향우

### Physicochemical and Sensory Characteristics of Beef-bone Broths Prepared under Atmospheric Pressure and Overpressure

Sang Ha Moon, Jaecheol Kim, Keum Taek Hwang\*, and Yong Bum Cha<sup>1</sup>

Department of Food and Nutrition, and Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

<sup>1</sup>Woo Hyang Woo Foods Co., Ltd.

**Abstract** This study was conducted to compare the physicochemical and sensory characteristics of beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (BBAP) and overpressure (BBOP). Beef-bone was boiled in water (bone/water=1:2, w/w) for 1, 2, 4, 6, and 12 h under atmospheric pressure and overpressure (121°C, 1.25 atm). The BBOP broth samples were found to contain significantly higher amounts of solid, crude protein, crude ash, collagen, and chondroitin sulfate than the BBAP broth samples for a given boiling time ( $p<0.05$ ). In addition, the Ca and Mg contents in the BBAP samples were higher than those in the BBOP samples, whereas the P, Na, and K contents were higher in BBOP than BBAP. The L value of BBAP was also significantly higher than that of BBOP ( $p<0.05$ ). Further, as the boiling time increased, turbidity increased in the BBAP samples. In the quantitative descriptive analysis, the BBOP samples exhibited stronger brownness, transparency, meaty off-odor, meaty off-flavor, and sulfuric odor than the BBAP samples.

**Keywords:** beef-bone broth, overpressure, collagen, chondroitin sulfate, quantitative descriptive analysis

## 서 론

우리나라는 오래 전부터 국과 밥을 함께 먹는 탕요리 문화가 발달하였으며, 물에 소뼈와 소고기를 넣고 끓여 만드는 설렁탕, 곰탕, 갈비탕 등은 남녀노소가 즐겨 찾는 전통음식으로 한국인에게 익숙한 음식이다(1,2). 소뼈 용출액은 국물 음식의 기본으로 이차적인 조리에 이용되며, 소뼈 육수를 바탕으로 한 다양한 음식에 사용되고 있다(3). 소뼈 용출액은 장시간 끓이는 조리특성상 시간과 노력이 많이 필요하므로 가정에서 쉽게 조리하여 먹기 어려운 단점이 있다. 이에 다양한 식품 제조업체들은 소뼈 용출액을 대량 생산하여 이를 활용한 다양한 레토르트 식품을 제조하여 유통하고 있어 소비자들이 쉽게 접근할 수 있다(4). 식품 제조업체는 가마솥에서 끓이는 재래식 방법인 상압방식이나 압력을 가하여 끓이는 가압방식으로 소뼈 용출액을 생산하고 있다. 가압방식은 짧은 시간에 대량 생산할 수 있어 경제적이지만, 육수의 풍미에서는 상압방식으로 끓이는 재래식 방법과 차이가 있다고 알려져 있다(5).

소뼈는 단백질과 무기질이 주성분(6,7)이고, 소뼈 용출액은 피부탄력, 뼈의 성장, 골절회복, 골다공증 방지 등에 도움이 되는

콘드로이틴 황산(chondroitin sulfate) (8)과 콜라겐(collagen) 이외에 각종 무기질의 좋은 급원(6,7,9)이라고 알려져 있다. 또한 소뼈 용출액의 추출 방법에 관한 연구로 산과 알칼리 첨가에 의해 영양성분들을 최대로 용출시키기 위한 연구(9-11), 추출시간에 따라 용출되는 영양성분의 변화에 대한 연구(1,12) 등이 있다. 용출액 제조 시 압력조건과 용출액 간 특성에 관한 연구로는 녹용을 상압방식과 가압방식으로 각각 추출하여 품질 특성을 비교한 연구(13), 소양을 가압상태에서 가열할 때의 영양성분과 맛 성분 용출에 관한 연구(14), 고압 가열 추출방식으로 소금 첨가량을 달리하여 제조한 양 육수의 품질 특성에 관한 연구(15) 등이 있지만, 추출조건(압력, 온도, 시간)을 달리하여 제조한 소뼈 용출액의 특성을 비교한 연구는 거의 없다.

본 연구에서는 압력조건과 가열시간에 따른 소뼈 용출액의 이화학적 성분 분석 및 기능성 성분 분석을 통하여 기능성식품 원료로서의 이용 가능성을 확인하고, 소비자들의 효용을 극대화할 수 있도록 관능적으로 바람직한 가공방식을 탐색하여 다양한 제품 개발을 위한 기초 데이터를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 시료의 제조

본 실험에 사용된 거세 한우의 사골, 잡뼈, 마구리를 (주)우향우(Anseong, Korea)로부터 제공 받았다. 사골, 잡뼈, 마구리를 5:3:2의 비율로 혼합하여 용출액 제조에 사용하였다. 상압방식 용출액은 핏물을 뺀 소뼈에 kg 당 2배의 물을 넣고 냄비의 뚜껑을 덮어 물이 끓은 후 1, 2, 4, 6, 12시간 동안 가열하였으며, 30분마다 끓는 물을 보충해주어 뼈가 항상 물에 잠겨있도록 하였다. 가

\*Corresponding author: Keum Taek Hwang, Department of Food and Nutrition, College of Human Ecology, Seoul National University, Seoul 08826, Korea  
Tel: 82-2-880-2531  
Fax: 82-2-884-0305  
E-mail: keum@snu.ac.kr  
Received June 22, 2015; revised October 10, 2015;  
accepted October 23, 2015

압 방식 용출액은 상압방식 용출액과 같은 비율의 소뼈를 사용하여 소뼈 kg 당 2배의 물을 넣고 고압솥(Autoclave ST-65G, Jeio Tech Co., Daejeon, Korea)을 사용하여 121°C, 1.25 기압 하에서 1, 2, 4, 6, 12시간 동안 가열하였다. 얻은 용출액을 체로 거른 후 분별 깔대기를 이용하여 지방을 분리하여 제거하고, 가열과정에서 물이 증발되는 것을 고려하여 처음 넣은 물의 양이 되도록 물을 추가하였다. 시료는 -20°C에서 냉동보관하여 분석에 사용하였다. 콜라겐 유래 단백질과 콘드로이틴 황산 함량은 소뼈 용출액 중 일부를 냉동 건조기(Labconco Co., Kansas City, MO, USA)를 이용하여 냉동 건조한 후 시료로 사용하여 분석하였다.

### 일반성분 분석

소뼈 용출액의 수분 함량은 상압 가열 건조법, 조단백 함량은 켈달(Kjeldahl) 질소 정량법, 조회분 함량은 직접회화법으로 측정하였다.

### 콜라겐 유래 단백질 함량

콜라겐은 결합조직과 뼈에 다량 함유되어있으며, 뼈의 주요한 단백질이다(16). 콜라겐 유래 단백질은 AOAC(17) 방법을 수정하여 하이드록시프로린(hydroxyproline) 함량을 측정하여 콜라겐 함량으로 환산하여 구하였다. 본 연구에서는 하이드록시프로린 함량을 측정하여 콜라겐 함량을 산출한 값이기에 콜라겐 유래 단백질로 표현하였다. 냉동 건조한 소뼈 용출액 0.3 g에 7N 황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 30 mL을 첨가하여 유리덮개로 덮고 105°C 건조기(Labtech, Daihan Labtech Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 16시간 동안 가수분해하였다. 이것을 500 mL 부피 플라스크에 넣고 증류수로 희석한 다음 100 mL 삼각 플라스크에 가수분해물 25 mL를 Whatman No. 4 거름종이(filter paper) (Whatman International Ltd., Maidstone, England)로 여과하였다. 여과물 5 mL를 증류수로 100 mL가 되도록 희석하였다. 산화 용액(시트르산(citric acid) (Samchun Pure Chemical Co., Pyungtaek, Korea) 30 g, 40% 수산화소듐(NaOH) (Samchun Pure Chemical Co.) 15 g, 98.5% 아세트산소듐 삼수화물(sodium acetate trihydrate) (Samchun Pure Chemical Co.) 90 g, 99% 1-propanol (Samchun Pure Chemical Co.) 290 mL를 혼합하여 증류수로 1 L가 되도록 한 완충 용액(pH 6)을 만들고, 이 완충 용액 100 mL에 크로마이드(chloramide) T (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1.41 g을 증류수에 녹여 1 L로 만든 용액) 1 mL을 위의 희석액 2 mL에 첨가하여 실온에서 20분간 정치시켰다. Ehrlich's reagent 용액(4-dimethylaminobenzaldehyde (Sigma-Aldrich Co.) 10 g, 60.0% 과염소산(perchloric acid) (Samchun Pure Chemical Co.) 35 mL, 2-프로판올(propanol) (Samchun Pure Chemical Co.) 65 mL의 혼합용액) 1 mL을 첨가한 후 60°C 진탕 수욕조에서 15분간 반응시켜 실온까지 냉각시킨 후, 분광광도계(spectrophotometer) (Spectramax 190, Molecular Devices Corporation, Sunnyvale, CA, USA)를 사용하여 558 nm에서 흡광도를 측정하였다. Trans-4-하이드록시-L-프로린(Sigma-Aldrich Co.)을 표준물질(0.6-4.2 µg/mL)로 사용하여 위와 같은 방법으로 실험하여 표준곡선을 얻어 하이드록시프로린 함량을 산출하고, 하이드록시프로린 함량에 상수 8을 곱하여 콜라겐 유래 단백질 함량을 산출하였다.

### 콘드로이틴 황산 함량

콘드로이틴 황산 함량은 건강기능식품 시험법(18)에 따라 측정하였다. 소뼈 용출액 냉동 건조물 0.3 g을 증류수로 100 mL가 되도록 용해하였다. 이 용액 4 mL를 취하여 증류수로 20 mL가 되

도록 희석한 후 Whatman No. 4 거름종이로 여과하여 시료액을 만들었다. D-(+)-글루쿠론산감마락톤(glucuronic acid  $\gamma$ -lactone) (Sigma-Aldrich Co.) 0.04 g을 증류수로 100 mL가 되도록 희석하고, 이 용액 1 mL를 취하여 증류수로 20 mL가 되도록 희석하여 표준용액을 만들었다. 붕산나트륨황산시액(97.0% 황산 200 mL에 99.0% 사붕산소듐(sodium tetraborate) (Samchun Pure Chemical Co.) 1 g을 녹인 용액)을 세 개의 플라스크 각각에 5 mL씩 취하여 얼음물로 냉각시키고, 이 용액 각각에 시료액, 표준용액, 대조액(증류수)을 1 mL씩 가하고 얼음물로 냉각하면서 혼합시켰다. 100°C의 수욕상에서 10분간 가열한 후 즉시 얼음물로 냉각한 후 카바졸(carbazol) 시약(99.0% 에틸알코올(ethyl alcohol) (Samchun Pure Chemical Co.) 100 mL에 카바졸(Supelco, Bellefonte, PA, USA) 0.125 g 용해) 0.2 mL를 정확히 가하여 혼합하였다. 100°C의 수욕상에서 15분간 가열하고 얼음물로 실온까지 냉각하여 분광광도계를 사용하여 530 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 다음 식에 의하여 콘드로이틴 황산 함량을 산출하였다.

콘드로이틴 황산(mg/g 냉동건조물)

$$= ((\text{시료액의 흡광도} - \text{대조액의 흡광도}) / (\text{표준물질의 흡광도} - \text{대조액의 흡광도})) \times (\text{표준물질(mg)/시료 체취량(g)}) \times 1.1023 \times 2.593$$

### 유리 아미노산 함량

소뼈 용출액을 0.2 µm syringe filter (PALL Life Sciences, East Hills, NY, USA)로 여과한 시료를 유리 아미노산 분석에 사용하였으며, 표준 아미노산 혼합액(part no. 5061-3330과 5062-2478)은 Agilent Technologies (Santa Clara, CA, USA)에서 구입하여 사용하였다. HPLC (Ultimate 3000, Thermo Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 분석하였으며, 컬럼은 C<sub>18</sub> (5 µm, 4.6×150 mm, VDS Optilab, Berlin, Germany)을 사용하였다. 20 mM 인산수소소듐(sodium phosphate monobasic) (Samchun Pure Chemical Co.) (용매 A)과 증류수, 아세토나이트릴(acetonitrile) (Avantor Performance Materials, Center Valley, PA, USA), methanol (Avantor Performance Materials)을 10:45:45의 부피 비율로 혼합한 용액(용매 B)을 이동상으로 사용하였다. 용매의 기울기(gradient)는 용매 A가 100%인 초기조건에서 0-24분에 용매 A가 43%에 도달하도록 하였으며, 24-26분에 용매 B가 100%에 도달하도록 하였고, 26-30분에 용매 A가 100%에 도달하도록 하였다. 시료의 주입량은 0.5 µL였으며, 유속은 1.5 mL/분으로 유지하였고, 338 nm에서 측정하였다.

### 무기질(P, Ca, Na, K, Mg) 함량

소뼈 용출액을 68% 질산(Samchun Pure Chemical Co.)으로 가수분해한 후 0.45 µm syringe filter (PALL Life Sciences)로 여과하여 무기질 분석에 사용하였다. 무기질 함량은 유도결합 플라즈마 발광광도기(iCAP 7400 Duo, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였으며, P, Ca, Na, K, Mg 표준물질(Lot no. 304-0056-3, 208-0157, 201-0129, 204-0014, 112-0103)은 LGC Standards (Middlesex, England)에서 구입하여 사용하였다.

### 색도와 탁도

소뼈 용출액의 색도는 비색계(colorimeter) (Minolta CM-3600A Chromameter, Minolta Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter lab scale에 의한 L\* (명도), a\* (적색도), b\* (황색도)를 측정하였고, 광원은 Illuminant D65-10°을 사용하였다. 소뼈 용출액

의 탁도는 각 시료를 증류수로 3배 희석한 후 분광광도계(Optizen 2120UV, Mecasys, Daejeon, Korea)를 사용하여 590 nm에서 투과도(transmittance)를 측정하였으며, 탁도는 % 투과도로서 나타내었다.

**관능평가**

시료의 관능적 특성(외관, 향미, 맛, 조직감 등)을 정량적인 수치로 나타내기 위하여 정량적 묘사 분석을 수행하였다. 모든 관능시료의 소금 농도는 0.4%, 시료의 온도는 60°C로 하여 제공하였다. 평가요원은 기본적인 맛과 냄새의 식별능력 및 예민도뿐만 아니라, 정량적 묘사분석에 대한 관심도와 참가의지, 그리고 언어적인 표현 기술 등을 고려하여 10명을 모집하였다. 8회의 훈련 기간을 거쳐 시료에서 느끼거나 감지할 수 있는 모든 특성(외관, 색, 향, 맛)에 대하여 묘사하도록 하였고, 묘사 용어 정리 및 묘사 용어를 확정하기 위하여 토론한 후 묘사 분석 평가 설문지를 개발하였다. 훈련을 마친 후 본 검사에서는 시료에 대하여 묘사 용어의 강도를 15 cm 선척도에 표시하도록 하였다. 본 연구는 평가요원에 대한 안전성 배려 및 사생활 정보보호 등을 위하여 서울대학교 생명윤리심의위원회(IRB)에 심의 신청하여 심의 면제 승인(승인번호 SNUIRB No. E1505/001-016)을 받았다.

**통계분석**

본 실험에서는 소뼈 용출액을 3회 반복 제조하여 분석하였으며, 실험결과는 SPSS program (version 21.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 실험군 간의 유의성은 일원배치분산분석(one-way ANOVA)와 던컨시험(Duncan's multiple range test)을 실시하여  $p < 0.05$  유의수준에서 다중비교하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분**

가공방법을 달리하여 제조한 소뼈 용출액의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 고형분 함량은 상압방식 용출액과 가압방식 용출액에서 모두 가열시간이 증가할수록 유의적으로 증가하였다( $p < 0.05$ ). 고형분 함량은 가열시간이 동일할 때 가압방식 용출액(1.52-6.25%)이 상압방식 용출액(0.24-2.50%)보다 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 조단백 함량은 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 높았다. 상압방식 용출액의 조단백 함량이 4시간까지 유의적인 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), 6시간 이후부터 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 가압방식 용출액은 가열시간이 증가함에 따라 조단백 함량이 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ). 조지방 함량은 상압방식으로 1-12시간 가열하여 얻은 용출액과 가압방식으로 1시간 가열하여 얻은 용출액 간에 유의적인 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), 가압방식으로 6시간과 12시간 가열하여 얻은 용출액이 유의적으로 높았다( $p < 0.05$ ).

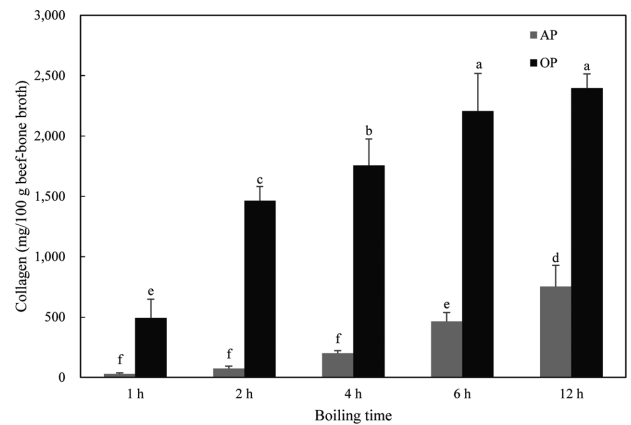
**콜라겐 유래 단백질 함량**

동일한 시간 동안 가열하여 얻은 소뼈 용출액을 비교할 때 가압방식 용출액에 함유된 콜라겐 유래 단백질 함량이 상압방식 용출액보다 유의적으로 높았으며( $p < 0.05$ ), 조단백 함량이 높을수록 콜라겐 유래 단백질의 함량도 높았다(Fig. 1). 소뼈 용출액의 조단백 중 콜라겐 유래 단백질이 차지하는 비율은 20-40% 정도였다. 콜라겐 유래 단백질 함량은 상압방식으로 4시간까지 가열하여 얻은 용출액에서는 유의적 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), 4시간 이상 가열하였을 때 증가하여 12시간 가열하였을 때 가장 높았다. 가

**Table 1. Proximate composition of beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP) (% , w/w)**

Sample	Solid	Crude protein	Crude ash
AP 1 h	0.24±0.04 <sup>h</sup>	0.12±0.04 <sup>g</sup>	0.05±0.01 <sup>d</sup>
AP 2 h	0.42±0.05 <sup>gh</sup>	0.23±0.04 <sup>g</sup>	0.06±0.01 <sup>cd</sup>
AP 4 h	0.80±0.05 <sup>g</sup>	0.53±0.03 <sup>g</sup>	0.08±0.01 <sup>cd</sup>
AP 6 h	1.55±0.20 <sup>f</sup>	1.08±0.13 <sup>f</sup>	0.14±0.00 <sup>cd</sup>
AP 12 h	2.50±0.44 <sup>e</sup>	1.87±0.36 <sup>e</sup>	0.21±0.04 <sup>c</sup>
OP 1 h	1.52±0.20 <sup>f</sup>	1.34±0.18 <sup>f</sup>	0.13±0.07 <sup>cd</sup>
OP 2 h	3.73±0.30 <sup>d</sup>	3.44±0.25 <sup>d</sup>	0.38±0.12 <sup>b</sup>
OP 4 h	4.61±0.26 <sup>c</sup>	4.37±0.24 <sup>c</sup>	0.49±0.03 <sup>b</sup>
OP 6 h	5.50±0.54 <sup>b</sup>	5.16±0.46 <sup>b</sup>	0.74±0.20 <sup>a</sup>
OP 12h	6.15±0.28 <sup>a</sup>	5.75±0.18 <sup>a</sup>	0.80±0.05 <sup>a</sup>

Data present the mean and standard deviation ( $n=3$ ). <sup>a-h</sup>Different small letters in the same columns represent significant differences among the broths ( $p < 0.05$ ; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

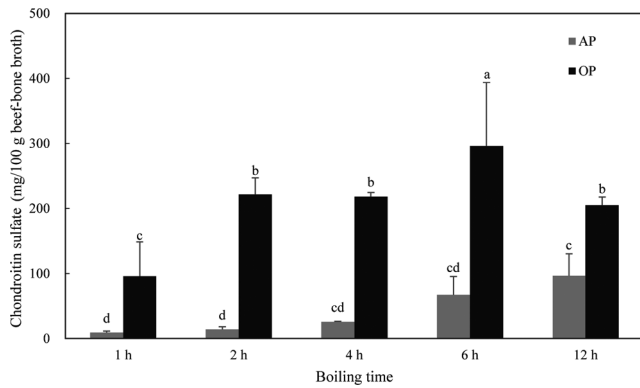


**Fig. 1. Collagen-originated protein content in beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP).** Bars represent mean and standard deviation ( $n=3$ ). Different letters on the bars represent significant differences among the broths ( $p < 0.05$ ; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

압방식 용출액의 경우는 가열시간이 길어질수록 콜라겐 유래 단백질의 용출량이 유의적으로 증가하였고( $p < 0.05$ ), 6시간 이후에는 유의적인 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

**콘드로이틴 황산 함량**

소뼈 용출액에 함유된 콘드로이틴 황산은 가압방식으로 제조한 용출액에 상압방식으로 제조한 용출액보다 유의적으로 더 많이 함유되어 있었다( $p < 0.05$ )(Fig. 2). 상압방식 용출액의 경우 가열시간이 길어질수록 콘드로이틴 황산이 더 많이 용출되었지만, 유의적인 차이는 없었다( $p > 0.05$ ). 가압방식 용출액의 경우에는 6시간 가열하여 얻은 용출액에 콘드로이틴 황산이 가장 많이 함유되어 있었지만, 가열시간에 따른 경향성은 보이지 않았다. 콘드로이틴 황산은 연골조직, 뼈, 피부, 인대 등에 많이 함유되어 있으며, 분자 구조상 SO<sub>4</sub>와 COO를 많이 함유하고 있어 음전하로 하전하여 수분을 끌어당겨 보습효과 및 점성을 나타내는 것으로 알려져 있다(19). 식품의약품안전처에서는 여러 육류 및 어패류의 연골 조직에서 얻은 뮤코다당·단백이 관절 및 연골 건강에 도움을 준다고 고시하였으며, 콘드로이틴 황산을 지표성분으로 제시하고 있다(18). 식품의약품안전처에 따르면 건강기능식품으로



**Fig. 2. Chondroitin sulfate content in beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP).** Bars represent mean and standard deviation ( $n=3$ ). Different letters on the bars represent significant differences among the broths ( $p<0.05$ ; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

서의 최종 제품 요건으로 뮤코다당·단백의 일일 섭취량을 1.2-1.5 g으로 제시하고 있다(18). 국 한 그릇의 양을 300 g으로 가정하면, 소뼈 용출액 한 그릇에 함유된 콘드로이틴 황산은 상압방식으로 제조한 용출액에 27.48-290.13 mg, 가압방식으로 제조한 용출액에 287.88-887.52 mg이므로, 하루 한 그릇의 소뼈 용출액을 섭취하는 것으로는 이러한 기능성이 나타날 만큼의 섭취량에는 미치지 못한다고 생각한다.

#### 유리 아미노산 함량

총 유리 아미노산은 상압방식으로 제조한 용출액보다 가압방식으로 제조한 용출액에 더 많이 함유되어있었고, 두 가지 제조 방법 모두에 있어서 오래 가열할수록 많이 용출되었다(Table 2). 상압방식으로 제조한 용출액에는 알라닌(alanine)이 가장 많이 함유되어 있었고, 글루탐산(glutamic acid), 아스파르트산(aspartic acid) 순으로 많았으며, 가압방식으로 제조한 용출액에는 알라닌 함량이 가장 높았고, 글라이신(glycine), 글루탐산 순이었고, 필수아미노산 중 하나인 트립토판(tryptophan)은 검출되지 않았다. 6시간 가열하여 얻은 용출액을 제외하고 가압방식으로 제조한 용출액에 글루탐산 함량이 상압방식 용출액보다 높았다. 일반적으로 단백질은 맛에 영향을 주지 않으나, 아미노산은 맛을 가지고 있어 식품의 맛과 깊은 관계가 있다고 알려져 있다(20). 감칠맛에 가장 크게 영향을 주는 유리 아미노산인 글루탐산은 다른 정미성분과 공존할 시에 맛의 상승작용을 일으키는 중요한 정미성분이다(21). 그러나 맛에 영향을 미치는 유리 아미노산의 식별 역할을 고려하였을 때(22), 용출액에 함유되어있는 유리 아미노산 함량이 적어 전체적인 맛에 크게 관여하지는 않았을 것으로 생각한다.

#### 무기질 함량

소뼈 용출액의 무기질 함량은 Table 3에 나타내었다. 인(P)의 함량은 모든 시간에서 가열하여 얻은 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 높았다. 상압방식 용출액의 경우 가열시간이 증가할수록 인 함량이 증가하여 4시간에서 가장 높았고 4시간 이후에는 유의적으로 감소하였으며( $p<0.05$ ), 가압방식 용출액에서도 4시간 가열하였을 때 인의 용출량이 가장 많았다. 칼슘(Ca)은 가열시간이 동일할 때 상압방식으로 제조한 용출액이 가압방식 용출액보다 많이 함유되어있었다. 또한 두 가지 용출액 모두에서 가열시간이 증가할수록 용출량이 증가하여 12시간 가열하였을 때

칼슘이 가장 많이 용출되었다.

소듐(Na)과 포타슘(K)의 함량은 모든 가열시간에서 가압방식으로 제조한 용출액이 상압방식으로 제조한 용출액보다 높았고, 가열시간이 증가함에 따라 용출량이 증가하였다. 마그네슘(Mg) 함량은 전반적으로 낮았는데, 이는 마그네슘 용출량은 가열시간이 길어져도 크게 변화가 없었고 절대량도 매우 적다고 한 연구 결과(23)와 유사하다. 마그네슘은 1시간 가열하였을 때에는 가압방식 용출액에 더 많이 함유되어있었지만, 1시간 이상 가열하였을 때에는 상압방식 용출액에 더 많이 함유되어 있었다.

#### 색도와 탁도

소뼈 용출액의 색도를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 명도를 나타내는  $L^*$  값은 상압방식 용출액이 가압방식 용출액보다 유의적으로 높았는데( $p<0.05$ ), 눈으로 관찰할 수 있을 정도로 상압방식 용출액이 백색을 띠었다. 상압방식 용출액은 가열시간이 증가할수록  $L^*$  값이 증가하여 백색이 진해졌다. 가열시간을 달리하여 제조한 가압방식 용출액 간의  $L^*$  값은 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 적색도를 나타내는  $a^*$  값과 황색도를 나타내는  $b^*$  값은 상압방식 용출액보다 가압방식 용출액이 높았다. 가압방식 용출액의 경우 가열시간이 증가할수록  $b^*$  값이 유의적으로 높았다( $p<0.05$ ). 가압방식 용출액은 가열시간이 증가함에 따라 용출액의 색이 갈색으로 변하였는데, 가압방식으로 3-15시간 가열하여 얻은 소뼈 용출액의 품질특성 연구에서 나타난 용출액의 색변화와 같은 경향을 보였다(4). 이는 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 단백질 함량이 유의적으로 높았는데, 장시간 압력과 고온에 의하여 육단백질 등이 변성되어 색 변화가 일어났기 때문이라고 생각한다(24).

가공방식을 달리하여 제조한 소뼈 용출액의 탁도는 시료의 투명도를 표시하는 투과율로 나타냈는데, 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 투과율이 더 높아(Fig. 3) 투명하였다. 1시간 가열하여 얻은 가압방식 용출액의 탁도가 가장 낮아 매우 투명하였고, 2시간 이상 가열하여 얻은 용출액의 탁도는 유의적 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 상압방식 용출액의 경우는 가열시간이 증가할수록 탁도가 높아져 불투명도가 증가하였고, 4시간 이상 가열할 경우 탁도는 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

#### 관능평가

각 시료의 관능적 특성을 정량적으로 수치화하기 위하여 정량적 묘사분석을 실시한 결과를 Table 5에 나타내었다. 10명의 훈련된 패널들을 대상으로 토론을 통하여 소뼈 용출액에 대한 외관, 향, 맛, 구강 감각 특성, 후미를 묘사하도록 한 결과, 외관은 투명도(transparency), 명도(brightness), 갈색도(brownness), 향에 있어서는 구수함(nutty), 소 비린내(meaty off-odor), 유황 냄새(sulfuric), 맛에 있어서는 구수한 맛(nutty), 감칠맛(umami), 느끼한 맛(oily), 밍밍한 맛(watery), 소 비린 맛(meaty off-flavor), 구강 감각 특성에 있어서는 미끄러움(slippery), 입안 코팅감(mouth coating), 묵직함(body), 후미에 있어서는 구수함(nutty), 느끼함(oily), 소 비린내(meaty off-flavor)가 소뼈 용출액의 관능 특성 용어로 제시되었으며, 이는 설령탕 육수의 이화학적 특성과 기호인자 간의 상관성 연구(5)에서 제시한 설령탕 육수의 관능적 특성 용어와 유사하였다. 설정된 특성에 대해 설문을 통하여 특성을 수치화하였다.

투명도는 모든 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 높았는데, 이것은 앞서 이화학적 분석에서 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 탁도가 낮은 결과와 같은 결과이다(Fig. 3). 상압방식 용출액의 경우에 가열시간이 증가할수록 투명도가 낮아진

**Table 2. Free amino acids in beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP) (mg/100 g beef-bone broth)**

Sample	Free amino acids																				
	Asp	Glu	Asn	Ser	Gln	Gly	Thr	Ala	Lys	Pro	His	Arg	Val	Met	Phe	Ile	Leu	Tyr	Trp	Taurine	Total
AP 1 h	0.20±	1.03±	0.07±	0.21±	0.35±	0.29±	0.21±	1.23±	0.31±	0.15±	0.11±	0.19±	0.44±	0.10±	0.18±	0.16±	0.32±	0.16±	0.06±	1.21±	6.97±
	0.05 <sup>b</sup>	0.15 <sup>c</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.24 <sup>d</sup>	0.07	0.35 <sup>c</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.03	0.05 <sup>b</sup>	0.09 <sup>c</sup>	0.02	0.04	0.04	0.09	0.04	0.04	0.01	0.26 <sup>b</sup>
AP 2 h	0.26±	1.34±	0.09±	0.28±	0.22±	0.47±	0.28±	1.67±	0.40±	0.24±	0.15±	0.24±	0.53±	0.12±	0.20±	0.20±	0.41±	0.25±	0.08±	1.72±	9.16±
	0.08 <sup>b</sup>	0.34 <sup>bc</sup>	0.00	0.07 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.50 <sup>d</sup>	0.01	0.32 <sup>de</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>	0.03	0.04 <sup>ab</sup>	0.10 <sup>c</sup>	0.00	0.04	0.05	0.09	0.06	0.01	0.08 <sup>b</sup>	0.50 <sup>ef</sup>
AP 4 h	0.32±	1.43±	0.11±	0.33±	0.05±	0.51±	0.34±	1.63±	0.46±	0.19±	0.18±	0.28±	0.63±	0.13±	0.24±	0.22±	0.46±	0.29±	0.10±	1.58±	9.46±
	0.06 <sup>b</sup>	0.06 <sup>bc</sup>	0.00	0.02 <sup>b</sup>	0.00 <sup>c</sup>	0.48 <sup>d</sup>	0.04	0.14 <sup>de</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.01	0.01 <sup>ab</sup>	0.04 <sup>c</sup>	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03	0.00	0.09 <sup>b</sup>	0.49 <sup>ef</sup>
AP 6 h	0.37±	1.80±	0.13±	0.41±	0.02±	0.99±	0.40±	1.95±	0.59±	0.28±	0.21±	0.34±	0.69±	0.15±	0.28±	0.26±	0.51±	0.33±	0.13±	1.57±	11.41±
	0.00 <sup>b</sup>	0.29 <sup>abc</sup>	0.01	0.01 <sup>b</sup>	0.00 <sup>cd</sup>	0.08 <sup>cd</sup>	0.03	0.08 <sup>cd</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.06 <sup>b</sup>	0.02	0.02 <sup>ab</sup>	0.04 <sup>bc</sup>	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02	0.23 <sup>b</sup>	0.57 <sup>def</sup>
AP 12 h	0.43±	2.01±	0.18±	0.55±	0.01±	0.78±	0.54±	2.77±	0.81±	0.30±	0.34±	0.53±	0.89±	0.18±	0.37±	0.30±	0.68±	0.40±	0.22±	2.56±	14.84±
	0.11 <sup>b</sup>	0.11 <sup>abc</sup>	0.02	0.07 <sup>b</sup>	0.00 <sup>d</sup>	0.79 <sup>cd</sup>	0.06	0.66 <sup>cd</sup>	0.04 <sup>ab</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.05	0.04 <sup>ab</sup>	0.10 <sup>bc</sup>	0.02	0.06	0.03	0.16	0.07	0.00	0.22 <sup>a</sup>	0.78 <sup>cd</sup>
OP 1 h	0.34±	1.56±	0.12±	0.33±	ND*	0.88±	0.31±	2.01±	0.39±	0.12±	0.24±	0.27±	0.72±	0.16±	0.20±	0.20±	0.47±	0.27±	ND	1.62±	10.22±
	0.09 <sup>b</sup>	0.38 <sup>abc</sup>	0.01	0.05 <sup>b</sup>	0.05 <sup>b</sup>	0.21 <sup>cd</sup>	0.10	0.18 <sup>cde</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>	0.01	0.03 <sup>ab</sup>	0.11 <sup>bc</sup>	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.11 <sup>a</sup>	2.67 <sup>ef</sup>
OP 2 h	0.50±	1.99±	0.16±	0.52±	ND	1.32±	0.38±	2.47±	0.50±	0.45±	0.29±	0.43±	0.99±	0.19±	0.23±	0.23±	0.56±	0.34±	ND	1.76±	13.29±
	0.14 <sup>ab</sup>	0.57 <sup>abc</sup>	0.02	0.13 <sup>ab</sup>	0.02 <sup>ab</sup>	0.35 <sup>cd</sup>	0.02	0.59 <sup>cde</sup>	0.02 <sup>ab</sup>	0.23 <sup>ab</sup>	0.06	0.03 <sup>ab</sup>	0.20 <sup>abc</sup>	0.01	0.07	0.07	0.17	0.13	ND	0.12 <sup>a</sup>	0.58 <sup>de</sup>
OP 4 h	0.75±	2.21±	0.26±	0.78±	ND	2.28±	0.53±	3.28±	0.79±	0.55±	0.56±	0.66±	1.37±	0.21±	0.31±	0.29±	0.78±	0.50±	ND	1.77±	17.90±
	0.17 <sup>ab</sup>	0.43 <sup>abc</sup>	0.03	0.13 <sup>ab</sup>	0.03 <sup>bc</sup>	0.30 <sup>bc</sup>	0.07	0.45 <sup>bc</sup>	0.13 <sup>ab</sup>	0.01 <sup>ab</sup>	0.09	0.18 <sup>ab</sup>	0.11 <sup>abc</sup>	0.01	0.12	0.07	0.20	0.11	ND	0.42 <sup>a</sup>	0.69 <sup>bc</sup>
OP 6 h	0.92±	1.94±	0.32±	0.94±	ND	3.04±	0.62±	3.47±	1.05±	0.89±	0.70±	0.77±	1.49±	0.25±	0.29±	0.24±	0.65±	0.50±	ND	1.65±	19.73±
	0.04 <sup>ab</sup>	0.13 <sup>ab</sup>	0.00	0.06 <sup>ab</sup>	0.00 <sup>ab</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.00	0.28 <sup>ab</sup>	0.27 <sup>ab</sup>	0.15 <sup>ab</sup>	0.09	0.15 <sup>ab</sup>	0.01 <sup>ab</sup>	0.06	0.02	0.04	0.03	0.13	ND	0.30 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>
OP 12 h	2.01±	2.25±	0.50±	2.12±	ND	7.86±	0.85±	5.22±	1.71±	2.05±	0.85±	1.40±	2.04±	0.33±	0.45±	0.33±	1.06±	0.89±	ND	1.52±	33.45±
	0.07 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.06	0.00 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.24	0.10 <sup>a</sup>	0.04 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a</sup>	0.12	0.01 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.06	0.06	0.06	0.09	0.21	ND	0.13 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>

ND: Not detected

Data present the mean and standard deviation (n=3).

a-f Different small letters in the same columns represent significant differences among the broths (p<0.05; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

**Table 3. Mineral contents in beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP) (mg/100 g beef-bone broth)**

Sample	P	Ca	Na	K	Mg
AP 1 h	0.84±0.00 <sup>j</sup>	0.99±0.02 <sup>d</sup>	8.38±0.04 <sup>j</sup>	3.81±0.06 <sup>i</sup>	0.20±0.00 <sup>h</sup>
AP 2 h	1.19±0.00 <sup>i</sup>	0.70±0.00 <sup>e</sup>	11.93±0.05 <sup>i</sup>	6.79±0.08 <sup>h</sup>	0.22±0.00 <sup>e</sup>
AP 4 h	1.76±0.00 <sup>f</sup>	1.67±0.01 <sup>c</sup>	22.94±0.04 <sup>e</sup>	9.17±0.10 <sup>e</sup>	0.44±0.00 <sup>c</sup>
AP 6 h	1.53±0.00 <sup>g</sup>	2.18±0.02 <sup>b</sup>	24.30±0.06 <sup>f</sup>	10.00±0.09 <sup>f</sup>	0.64±0.00 <sup>b</sup>
AP 12 h	1.44±0.01 <sup>h</sup>	2.57±0.03 <sup>a</sup>	29.26±0.15 <sup>c</sup>	11.41±0.06 <sup>d</sup>	0.79±0.00 <sup>a</sup>
OP 1 h	2.32±0.01 <sup>c</sup>	0.63±0.01 <sup>h</sup>	22.12±0.14 <sup>h</sup>	11.02±0.16 <sup>c</sup>	0.25±0.01 <sup>f</sup>
OP 2 h	2.15±0.01 <sup>d</sup>	0.70±0.00 <sup>g</sup>	31.87±0.22 <sup>d</sup>	11.72±0.13 <sup>c</sup>	0.22±0.00 <sup>g</sup>
OP 4 h	2.73±0.01 <sup>a</sup>	0.79±0.00 <sup>f</sup>	34.39±0.07 <sup>c</sup>	15.54±0.12 <sup>b</sup>	0.29±0.00 <sup>c</sup>
OP 6 h	2.51±0.01 <sup>b</sup>	0.95±0.01 <sup>e</sup>	45.78±0.32 <sup>b</sup>	15.47±0.25 <sup>b</sup>	0.29±0.00 <sup>c</sup>
OP 12 h	2.11±0.01 <sup>e</sup>	0.97±0.01 <sup>de</sup>	56.01±0.25 <sup>a</sup>	16.43±0.06 <sup>a</sup>	0.39±0.00 <sup>d</sup>

Data present the mean and standard deviation ( $n=3$ ).

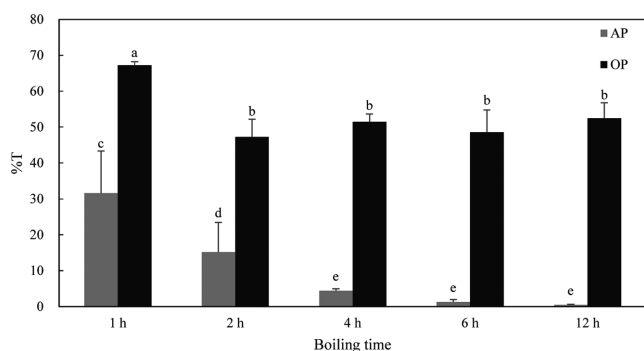
<sup>a-j</sup>Different small letters in the same columns represent significant differences among the broths ( $p<0.05$ ; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

**Table 4. Color values of beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP)**

Sample	Color value			$\Delta E$
	L	a	b	
AP 1 h	35.11±2.93 <sup>d</sup>	-0.76±0.15 <sup>ab</sup>	-2.23±0.38 <sup>f</sup>	-
AP 2 h	41.95±3.35 <sup>c</sup>	-1.55±0.33 <sup>c</sup>	-3.06±0.55 <sup>f</sup>	6.93
AP 4 h	49.70±0.68 <sup>b</sup>	-2.34±0.12 <sup>d</sup>	-2.84±0.37 <sup>f</sup>	14.68
AP 6 h	59.23±1.33 <sup>a</sup>	-2.96±0.15 <sup>c</sup>	-0.22±0.84 <sup>e</sup>	24.30
AP 12 h	62.23±4.35 <sup>a</sup>	-2.82±0.23 <sup>c</sup>	3.73±0.46 <sup>c</sup>	27.83
OP 1 h	27.47±0.19 <sup>c</sup>	-0.72±0.03 <sup>ab</sup>	-0.99±0.11 <sup>c</sup>	-
OP 2 h	29.56±0.55 <sup>c</sup>	-0.91±0.13 <sup>b</sup>	1.35±0.33 <sup>d</sup>	3.14
OP 4 h	27.83±0.51 <sup>c</sup>	-0.82±0.14 <sup>ab</sup>	3.44±0.37 <sup>c</sup>	4.45
OP 6 h	26.87±0.27 <sup>c</sup>	-0.71±0.05 <sup>ab</sup>	5.71±0.21 <sup>b</sup>	6.73
OP 12 h	25.80±0.68 <sup>c</sup>	-0.54±0.04 <sup>a</sup>	8.96±0.74 <sup>a</sup>	10.09

Data present the mean and standard deviation ( $n=3$ ).

<sup>a-d</sup>Different small letters in the same columns represent significant differences among the broths ( $p<0.05$ ; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).



**Fig. 3. Transmittance of beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP).** Bars represent mean and standard deviation ( $n=3$ ). Different letters on the bars represent significant differences among the broths ( $p<0.05$ ; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

것도 탁도 분석 결과와 같다. 이를 통하여 상압방식 용출액은 가열시간이 길어질수록 탁해져 불투명해진다고 판단한다. 명도는 상압방식 용출액이 가압방식 용출액보다 전반적으로 높았다. 갈색도는 가열시간에 따른 상압방식 용출액 간에 유의적인 차이가

없었고( $p>0.05$ ), 가압방식 용출액은 가열시간이 증가할수록 갈색도가 증가한다고 평가되었다.

소 비린내는 전반적으로 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 강했고 가열시간이 증가할수록 소 비린내가 강해지는 경향을 보였으며, 6시간과 12시간 가열하여 얻은 가압방식 용출액에서 비린내가 가장 강했다. 가압방식 용출액의 경우 가열시간이 증가할수록 유향 냄새가 유의적으로 강하다고 평가되었다( $p<0.05$ ).

소 비린 맛도 전반적으로 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 강했고 가열시간이 증가할수록 더 강하게 평가되어 12시간 가열하여 얻은 가압방식 용출액에서 가장 강하였다. 풍미는 소비자 기호도에 주요한 요소(25)이므로 소 비린내와 소 비린 맛은 가공방식에 따른 용출액의 기호도에 가장 큰 영향을 줄 것이라고 생각한다. 앞서 분석한 바와 같이 소뼈 용출액 중 감칠맛에 영향을 주는 유리 아미노산의 절대적인 양이 적기 때문에 유리 아미노산이 맛에 크게 영향을 끼치지 않을 것이라고 예상한 바와 같이, 감칠맛에는 유의적인 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 느끼한 맛과 미끄러움 등은 소뼈 용출액 제조 중 지방을 모두 분리하여 제거하였기 때문에 유의적인 차이가 없었을 것으로 판단한다. 이밖에 구수한 맛, 입안 코팅감, 목직함 등의 특성에 대해서는 유의적인 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 이를 통하여 상압방식 용출액과 가압방식 용출액의 관능적인 특성의 차이는 주로 투명도, 명도, 갈

**Table 5. Sensory evaluation of beef-bone broths prepared under atmospheric pressure (AP) and overpressure (OP)<sup>1)</sup>**

	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	AP	OP	OP	OP	OP	OP	OP	OP
	1 h	2 h	4 h	6 h	12 h	1 h	2 h	4 h	6 h	12 h	1 h	2 h	4 h	6 h	12 h	1 h	2 h
Appearance																	
Transparency	3.20±1.89 <sup>de</sup>	2.81±1.65 <sup>de</sup>	2.01±1.12 <sup>e</sup>	1.63±1.09 <sup>f</sup>	1.28±1.28 <sup>f</sup>	8.43±2.73 <sup>a</sup>	7.58±2.30 <sup>a</sup>	6.78±2.22 <sup>ab</sup>	5.18±2.78 <sup>bc</sup>	4.40±2.62 <sup>cd</sup>							
Brightness	11.67±0.56 <sup>a</sup>	10.88±0.57 <sup>ab</sup>	10.09±0.47 <sup>bc</sup>	9.17±0.78 <sup>cd</sup>	8.18±1.52 <sup>d</sup>	9.67±0.78 <sup>cd</sup>	8.49±0.63 <sup>ef</sup>	6.50±0.52 <sup>g</sup>	5.18±0.88 <sup>h</sup>	3.97±1.39 <sup>i</sup>							
Brownness	1.45±0.57 <sup>f</sup>	1.87±0.51 <sup>f</sup>	2.07±0.68 <sup>f</sup>	2.29±0.74 <sup>f</sup>	2.36±0.97 <sup>f</sup>	3.47±1.57 <sup>e</sup>	5.48±1.33 <sup>d</sup>	8.12±1.02 <sup>c</sup>	10.26±1.18 <sup>b</sup>	11.68±1.35 <sup>a</sup>							
Odor																	
Nutty	5.58±1.48 <sup>a</sup>	7.17±1.38 <sup>ab</sup>	7.10±1.67 <sup>ab</sup>	7.93±1.60 <sup>b</sup>	7.38±1.97 <sup>ab</sup>	7.76±1.40 <sup>b</sup>	7.76±1.70 <sup>b</sup>	7.55±2.27 <sup>ab</sup>	7.25±2.57 <sup>ab</sup>	7.07±3.17 <sup>b</sup>							
Meaty off-odor	4.41±1.40 <sup>d</sup>	4.51±0.80 <sup>cd</sup>	4.25±0.98 <sup>d</sup>	5.35±0.97 <sup>cd</sup>	5.73±1.14 <sup>cd</sup>	5.43±1.54 <sup>cd</sup>	6.03±1.37 <sup>bc</sup>	7.22±2.00 <sup>ab</sup>	7.73±2.21 <sup>a</sup>	8.48±2.31 <sup>a</sup>							
Sulfuric	0.94±0.38 <sup>e</sup>	1.27±0.60 <sup>de</sup>	1.13±0.36 <sup>de</sup>	1.56±0.86 <sup>de</sup>	1.84±0.93 <sup>cde</sup>	2.91±1.99 <sup>cd</sup>	3.59±2.54 <sup>c</sup>	6.10±2.62 <sup>b</sup>	8.13±2.93 <sup>a</sup>	9.73±2.65 <sup>a</sup>							
Taste																	
Nutty	8.26±1.45	8.75±1.05	8.66±1.72	9.93±1.59	9.96±2.36	8.80±2.14	9.14±1.73	9.61±1.90	9.29±2.89	7.75±3.52							
Umami	6.28±0.87 <sup>a</sup>	7.27±1.12 <sup>abc</sup>	6.79±1.57 <sup>abc</sup>	8.10±1.63 <sup>a</sup>	7.58±2.29 <sup>ab</sup>	6.36±1.58 <sup>bc</sup>	7.14±0.92 <sup>abc</sup>	7.29±1.02 <sup>abc</sup>	7.39±1.80 <sup>abc</sup>	5.88±2.06 <sup>c</sup>							
Oily	5.56±1.55	6.14±1.14	6.91±1.45	7.36±2.40	7.46±3.06	6.41±1.98	6.25±2.13	6.30±2.69	6.29±3.07	6.68±3.80							
Watery	6.72±2.17 <sup>a</sup>	5.35±1.95 <sup>abc</sup>	4.18±2.41 <sup>bcd</sup>	3.13±1.24 <sup>def</sup>	2.08±0.69 <sup>f</sup>	5.92±1.45 <sup>ab</sup>	5.47±1.66 <sup>abc</sup>	4.81±1.74 <sup>bcd</sup>	3.96±2.00 <sup>cde</sup>	2.76±2.05 <sup>ef</sup>							
Meaty off-flavor	3.96±0.98 <sup>e</sup>	4.26±0.95 <sup>e</sup>	5.45±1.32 <sup>de</sup>	6.40±1.04 <sup>cd</sup>	7.57±1.20 <sup>bc</sup>	5.57±1.96 <sup>de</sup>	6.73±2.17 <sup>bcd</sup>	7.40±2.16 <sup>bcd</sup>	8.48±2.51 <sup>ab</sup>	9.46±3.53 <sup>a</sup>							
Mouthfeel																	
Slippery	7.82±2.80	7.94±2.65	8.53±2.28	8.84±1.36	9.84±1.09	9.17±1.21	9.27±1.21	8.74±1.87	8.60±2.15	8.28±2.60							
Mouth coating	6.43±2.39 <sup>b</sup>	6.69±2.28 <sup>ab</sup>	7.35±2.17 <sup>ab</sup>	8.13±1.80 <sup>ab</sup>	8.82±1.60 <sup>a</sup>	7.45±1.66 <sup>ab</sup>	7.68±1.62 <sup>ab</sup>	7.77±2.01 <sup>ab</sup>	7.41±2.49 <sup>ab</sup>	7.63±3.29 <sup>ab</sup>							
Body	3.53±1.70 <sup>d</sup>	4.04±1.54 <sup>cd</sup>	4.57±1.39 <sup>abcd</sup>	5.67±0.88 <sup>abcd</sup>	6.76±1.48 <sup>a</sup>	4.25±1.31 <sup>bcd</sup>	5.07±1.40 <sup>abcd</sup>	5.51±2.46 <sup>abcd</sup>	5.97±3.30 <sup>abc</sup>	6.39±3.81 <sup>ab</sup>							
Aftertaste																	
Nutty	5.05±1.01 <sup>c</sup>	5.40±0.87 <sup>bc</sup>	7.01±0.94 <sup>abc</sup>	7.15±1.09 <sup>ab</sup>	7.70±1.75 <sup>a</sup>	6.76±1.79 <sup>abc</sup>	6.59±1.99 <sup>abc</sup>	7.32±2.46 <sup>ab</sup>	7.03±2.88 <sup>abc</sup>	6.83±3.14 <sup>abc</sup>							
Oily	5.26±1.57 <sup>c</sup>	6.06±1.08 <sup>bc</sup>	7.44±1.23 <sup>ab</sup>	8.18±1.06 <sup>abc</sup>	9.22±0.96 <sup>a</sup>	6.64±2.35 <sup>bc</sup>	7.06±2.41 <sup>abc</sup>	7.41±2.60 <sup>abc</sup>	7.41±3.22 <sup>abc</sup>	7.32±3.31 <sup>abc</sup>							
Meaty off-flavor	3.90±1.35 <sup>e</sup>	4.05±1.36 <sup>e</sup>	5.16±1.20 <sup>de</sup>	6.78±1.14 <sup>cd</sup>	7.80±0.91 <sup>bc</sup>	6.62±1.53 <sup>cd</sup>	7.22±1.93 <sup>c</sup>	8.34±2.33 <sup>abc</sup>	9.20±2.98 <sup>ab</sup>	10.04±3.29 <sup>a</sup>							

<sup>1)</sup>Samples were evaluated on 15 cm line scaling (1=extremely weak; 15=extremely strong)

<sup>a-f)</sup>Different small letters in the same rows represent significant differences among the broths ( $p < 0.05$ ; one-way ANOVA and Duncan's multiple range test).

색도와 소 비린내, 소 비린 맛, 유향 냄새에 의하여 결정된다고 볼 수 있다.

## 요 약

본 연구는 상압과 가압방식으로 제조한 소뼈 용출액의 이화학적 및 관능 특성을 고찰하기 위하여 일반성분, 콜라겐 유래 단백질, 콘드로이틴 황산, 유리 아미노산, 무기질 함량 및 색도를 비교하였다. 가공방식에 따른 소뼈 용출액의 고형분, 조단백, 조회분은 가열시간이 증가할수록 그 함량이 높았고, 동일 시간 동안 가열하였을 때 상압방식 용출액보다 가압방식 용출액에 더 많이 함유되어 있었다. 콜라겐 유래 단백질은 상압방식 용출액보다 가압방식 용출액에 더 많이 함유되어 있었다. 상압방식 용출액의 경우 콜라겐 유래 단백질 함량은 4시간 이상 가열할 때 증가하여 12시간 가열할 때 가장 높았고, 가압방식 용출액의 경우는 가열시간이 증가할수록 콜라겐 유래 단백질 함량이 증가하여 6시간 이상 가열했을 때는 유의적 차이가 없었다( $p>0.05$ ). 콘드로이틴 황산은 동일 시간을 가열하였을 때 상압방식 용출액보다 가압방식 용출액에 유의적으로 더 많이 함유되어 있었다( $p<0.05$ ). 동일 시간 동안 가열하였을 때 칼슘과 마그네슘은 상압방식 용출액에 유의적으로 더 많이 함유되어 있었고, 인, 소듐, 포타슘은 가압방식 용출액에서 더 많았다( $p<0.05$ ). 상압방식 용출액이 가압방식 용출액보다 L\* 값이 유의적으로 높았고( $p<0.05$ ), a\* 값과 b\* 값은 전반적으로 가압방식 용출액이 높았다. 상압방식 용출액은 가열시간이 증가할수록 탁도가 높았지만, 가압방식 용출액은 가열시간에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았으며( $p>0.05$ ), 전반적으로 상압방식 용출액이 가압방식 용출액보다 탁도가 높았다. 관능적으로는 가압방식 용출액이 상압방식 용출액보다 갈색도, 투명도, 소 비린내, 소 비린 맛, 유향 냄새가 강하였는데, 이러한 특성은 가열시간이 증가할수록 더 강했다. 따라서 본 연구를 통하여 영양학적인 측면에서는 가압방식으로 제조한 소뼈 용출액이 우수하였지만, 관능적 측면에서는 전통적인 상압방식으로 제조하는 방법이 좋았다고 판단한다.

## References

- Kim JH, Cho SH, Yoo YM, Chae HS, Park BY, Lee JM, Ahn CN, Kim HK, Kim YG. Effect of extraction times with bones from hanwoo bull on physico-chemical, sensory and nutritional characteristics of water extract. Korean J. Food Sci. An. 20: 236-241 (2000)
- Kim MS. The effect on the nutritional value of beef leg and rib bone soup by boiling time. J. Korean Soc. Food Cult. 21: 161-165 (2006)
- Cho EJ, Jung EJ. A study on the changes of taste components in brisket and shank gom-kuk by cooking conditions. Korean J. Food Cook. Sci. 15: 490-499 (1999)
- Kim BS, Kim GW, Shim JY. Influence of process conditions on the quality characteristics of beef-bone broth. Food Eng. Prog. 18: 15-19 (2014)
- Hong SP, Lee NH, Kim YH, Chung BY. Study on the correlation between sensory attributes and physicochemical characteristics of seollengtang. J. Korean Soc. Food Cult. 27: 702-709 (2012)
- Park DY, Lee YS. An experiment in extracting efficient nutrients from sagol bone stock. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 11: 47-52 (1982)
- Blincoe C, Lesperance AL, Boham VR. Bone magnesium, calcium and strontium concentrations in range cattle. J. Anim. Sci. 36: 971-975 (1973)
- Oh DH. Analysis and extraction of chondroitin sulfate from by-product of meat. MS thesis, Seoul National University, Seoul, Korea (2002)
- Kim MS. The effect on nutrition constituent from beef leg bone by acid condiment. Korean J. Food Cook. Sci. 18: 349-354 (2002)
- Park DY, Lee YS. The effect of acid and alkali treatment on extracting nutrients from beef bone. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 12: 146-149 (1983)
- Duerr PE, Earle MD. The extraction of beef bones with water, dilute sodium hydroxide and dilute potassium chloride. J. Sci. Food Agr. 25: 121-128 (1974)
- Kim JH, Cho SH, Seong PN, Hah KH, Jeong JH, Lim DG, Park BY, Lee JM, Kim DH, Ahn CN. Effect of maturity scores and number of extractions on the chemical properties of water extract from hanwoo shank bones. Korean J. Food Sci. An. 27: 463-468 (2007)
- Kim JH, Yoo CJ, Sin KA, Jang SY, Park NY, Jeong YJ. Changes in properties of deer antler by proteolysis and extraction conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 89-93 (2011)
- Lee YS, Park DY, Park JS. Studies on the contents of the nutrients and the nucleotides in soup stock during cooking of cow's rumen-reticulum. J. Korean Soc. Food Cult. 4: 245-251 (1989)
- Hong WP, Kim DS, Choi SK. Quality characteristics of lamb stock according to salt contents - Using a high pressure extraction cooking method. Korean J. Culin. Res. 18: 149-161 (2012)
- Siddiqi NJ, Alhomida AS. Investigation into the distribution of total, free, peptide-bound, protein-bound, soluble- and insoluble-collagen hydroxyproline in various bovine tissues. J. Biochem. Mol. Biol. 36: 154-158 (2003)
- AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 16th ed. Method 990.26. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (1995)
- MFDS. Health Functional Food Code. Ministry of Food and Drug Safety. pp. 218-220. Cheongju, Korea. (2013)
- Kim YR, Ahn SH, Choi BD, Kang SJ, Shin GW, Oh MJ, Jung TS. *In vitro* Examination of chondroitin sulfates extracted Mid-duck (*Styela clava*) and Munggae tunics (*Halocynthia roretzi*) as a cosmetic material. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 646-652 (2004)
- Kim DS. Optimization of cooking conditions of brown stock and demi-glace sauce. PhD thesis, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea (2007)
- Ahn DH, Park SY. Studies on components related to taste such as free amino acids and nucleotides in Korean native chicken meat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 547-552 (2002)
- Chen DW, Zhang M. Non-volatile taste active compounds in the meat of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). Food Chem. 104: 1200-1205 (2007)
- Park DY. Minerals, total nitrogen and free amino acid contents in shank bone stock according to boiling time. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 15: 243-248 (1986)
- Hunt MC, Sørheim O, Slinde E. Color and heat denaturation of myoglobin forms in ground beef. J. Food Sci. 64: 847-851 (1999)
- Bryhni EA, Byrne DV, Rødbotten M, Claudi-Magnussen C, Agerhem H, Johansson M, Lea P, Martens M. Consumer perceptions of pork in Denmark, Norway and Sweden. Food Qual. Prefer. 13: 257-266 (2002)