

제조조건에 따른 사골 곰탕의 품질특성

김병수¹ · 김계원² · 심재용^{1,2*}

¹한경대학교 식품생물공학과, ²한경대학교 양조연구센터

Influence of Process Conditions on the Quality Characteristics of Beef-Bone Broth

Byung-Su Kim¹, Gye-Won Kim², and Jae-Yong Shim^{1,2*}

¹Department of Food & Biotechnology, Hankyong National University

²Brewing Research Center, Hankyong National University

Abstract

This study aimed to investigate the effects of process conditions on the quality characteristics of beef-bone broth in an attempt to improve the quality of ready-to-eat *Gom-Tang*. Cow soup bone (500 g) was heated in water (1,500 mL) at 121°C for 3 h to 15 h using an autoclave. In an examination of the physical characteristics of the beef-bone broth, samples extracted after 3 h and 5 h were able to form a weak gel, whereas samples extracted at later times appeared to lose their gel forming capability. Regardless of physical characteristics, crude protein and total amino acid content increased as the extraction time increased. The content ratio of glycine to crude protein of 3.9 appears to be the limit for gel formation. The size distribution of microparticles and turbidity from floc formation in the beef-bone broth were affected by the kind of salt present. Refined-salt produced smaller particle sizes and better turbidity compared with sea salt. Also, the particle size and the formation of aggregates increased with calcium concentration. The optimum concentration of calcium was found to be less than 0.04%. Our results indicate that control of extraction time and additives can enhance the quality of beef-bone broth.

Key words: beef-bone broth, extraction time, gel, salt, calcium

서 론

소의 도체에서 뼈는 사골, 꼬리, 반골, 도가니 및 잡뼈로 구분되며 시중에서 사골, 잡뼈, 갈비, 꼬리, 족 등으로 구분 유통되고 있다. 우리나라는 전통적으로 사골, 꼬리, 도가니 및 잡뼈를 장시간 끓여서 그 용출액을 이용한 탕 요리 문화가 발달하여 왔고(Kim et al., 2000), 특히 사골은 구수한 맛과 양질의 우수한 칼슘의 공급원으로서 각광을 받고 있어, 곰탕 및 설렁탕 등 대중적 요리의 재료로 널리 애용되고 있다(Lee, 2002). 뼈의 기질은 소의 연령에 따라 차이가 있을 수 있으나 대체로 1/3이 유기질이고, 2/3가 무기질로 구성되어 있다. 예를 들어 황소 뼈는 젤라틴(33%), 탄산석회(3.85%), 기타 염류(3.45%), 인산석회(57.35%), 인산 마그네슘(2.05%)으로 구성되어 있다(Lee, 2002). 소뼈 국물

이 주요 칼슘 공급원으로 권장 되었고(Park & Lee, 1982), 소뼈는 칼슘만이 아니라 인과 마그네슘도 들어있기 때문에 무기질원으로서 널리 이용되어 왔으며(Kim, 2002), 칼슘 섭취가 부족하면 뼈 질환, 골다공증, 골절, 순환기계질환, 고혈압, 동맥경화 등 각종 성인병(Karanja & McCarron, 1986)을 야기하기 때문에 뼈의 건강을 유지하고 노령화에 따른 뼈질환을 예방하기 위하여 성인기에 도달하는 최대 골질량(peak bone mass)을 높게 유지할 필요가 있으며 주요인자인 칼슘을 충분히 섭취하여야 한다(Raisz, 1977; Allen, 1982). 사골 추출 시 형성되는 겔은 육 단백질이 소금 등에 의해 추출되어 서로 결합하거나 3 차원 그물망 구조가 형성된 후 가열처리로 고착되는 현상이다. 겔을 형성하는 육단백질은 myosin, actin, actomyosin 등과 같이 주로 염용성 단백질이 결정적으로 관여한다고 알려져 있다(Lee, 1998). 곰탕의 전통적인 제조방법으로 사골과 야채를 물 10 L에 담고 센불에서 끓인 후 은근한 불로 6시간 30분 가열한 후 고운 체로 걸러 굳은 기름을 제거한다(Choi & Lee, 2003). 또한 일반가정에서 사골 및 뼈를 우려내는 방법은 시간적 제약 및 편이성 등으로 단시간(5-6시간, 4회) 조리법이 이용되고 있다(Kim et al., 2000). 이와

*Corresponding author: Jae-Yong Shim, Department of Food & Biotechnology, Hankyong National University, 67 Seokjeong-dong, Anseong-si, Gyeonggi-do, 456-749, Republic of Korea
Tel: +82-31-670-5158; Fax: +82-31-677-0990
E-mail: jyshim@hknu.ac.kr
Received December 4, 2013; revised December 27, 2013; accepted December 30, 2013

같이 제조시간이 길고 복잡한 제조방법 때문에 가정에서 쉽게 만들어 먹기 어려운 실정이다. 최근 편의식 형태의 음식이용이 많아지고 계절에 관계없이 구입가능한 편의식품에 대한 이용이 증가하여(Kim, 2013) 많은 식품가공업체에서 사골곰탕을 제조하여 일회용 파우치에 소포장하여 판매하고 있고 떡국이나 만둣국 등에 다양한 활용이 가능하며 그 시장규모도 커지고 있으며, 식품업계 기술력 향상 및 품질관리가 필요하다(Kim et al., 2002). 지금까지 사골과 곰탕에 관한 연구로는 한우사골에서 유효 영양성분의 충분한 용출을 위해서 12시간 이상의 가열과 뼈와 물의 중량비는 1:10이상 필요하다는 연구(Kim, 2002), 가열시간이 소뼈의 영양성분 용출에 미치는 영향에 대한 연구(Kim, 2006), 그리고 소뼈 칼슘의 체내 이용은 다른 칼슘염에 비해 흡수율이 높아 칼슘 공급원으로 유효하다는 연구(Park, 1982) 등 사골과 사골 용출액의 영양성분 함량에 관한 연구 및 추출조건에 따른 영양성분 함량에 관한 연구가 대부분으로 곰탕의 제조조건에 따른 최종제품의 성상 및 관능품질의 변화에 관한 연구는 미비한 실정이다(Kim et al., 1999). 곰탕의 제조조건에 따른 물리적, 영양적 특성연구는 곰탕제조 시 공정 제어 및 제품개발에 필요한 기초자료를 제공함에 따라 대량생산된 곰탕의 품질향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서 본 연구에서는 사골과 잡뼈의 추출 제조 조건에 따른 곰탕의 겔화 여부와 질소 화합물의 함량 변화, 조 단백질과 아미노산의 함량 및 아미노산 조성을 통해 겔생성 원인을 파악하고 사골곰탕의 추출조건을 확립하고자 하였다. 또한 영양학적 가치 및 물리적 품질 향상을 목적으로 한 칼슘과 염의 최적 첨가조건을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 한우 사골 및 잡뼈는 경기도 고삼 농협 푸드센터로부터 제공 받아 사용하였다. 소금은 천일염(100%, Haeri NH, Gochang, Korea), 정제염(CJ, Seoul, Korea), 그리고 수용성해조칼슘(12.5%, IN SUNG F&P CO, Suwon, Korea)을 사용 하였다.

사골 추출

은박 용기에 사골과 잡뼈를 500 g을 칭량하고 물 1,500 mL(사골,잡뼈:물=1:3)를 가하였다. Autoclave(Core tech., Hwaseong, Korea)를 사용하여 121°C에서 시간 별(3, 5, 8, 11, 15 h)로 추출한 뒤 냉장 보관하면서 시료로 사용 하였다.

염첨가

염 첨가 조건은 무염 사골곰탕 제품(Ansungmachum

gomtang, Ansung, Korea)에 천일염 0.2%, 정제염 0.2% 첨가한 후 stirrer을 이용하여 10분간 교반 후 autoclave(Core tech., Hwaseong, Korea)를 사용하여 121°C에서 15분간 멸균 처리하였다.

칼슘첨가

칼슘 첨가조건으로는 무염 사골곰탕 제품에 수용성 해조칼슘으로 1%(w/v) Ca 용액 50 mL를 제조하였다. 1% 용액을 5 배 희석하여 0.2% Ca첨가 용액을 만들고, stirrer을 이용하여 10분간 교반 후 10 배 희석하여 0.02% 시료를 제조하였다. 0.4%, 0.008% Ca첨가 시료를 같은 방법으로 교반 후 각각 100 배, 10 배 희석하여 0.004% Ca첨가, 0.0008% Ca 첨가 시료를 제조하였다. 제조한 칼슘 첨가 사골 곰탕을 homogenizer(YJ Corp, Gunpo, Korea)를 이용하여 20 MPa 압력에서 30분간 균질화 한 후 autoclave(Core Tech, Hwaseong, Korea)로 121°C에서 15분간 멸균 처리하였다.

조 단백질 및 총아미노산도

조단백질 분석은 AOAC(Park et al., 2011)의 표준분석법에 준하여 semimicro Kjeldahl 법으로 봉산에 의한 암모니아 포집을 이용하여 0.1 N-HCl로 적정하였다.

아미노산도는 국제청 주류분석규정(Kim & Yi, 2010)에 따라 측정하였다. 시료 10 mL를 취하여 페놀프탈레인 지시약을 3 방울 가한 뒤 0.1 N C₂H₂O₄ 용액으로 pH 7.0으로 중화 한 후 중성포르말린 용액 5 mL를 가하여 유리된 산을 0.1 N NaOH 용액으로 담홍색이 될 때까지 적정하여 그 적정 mL수를 a라 하면 다음 식에 의하여 아미노산도를 결정하였다.

$$\text{아미노산도} = a * F$$

$$\text{Glycine(g/100 mL)} = \text{아미노산도} * 0.0075 * 10$$

아미노산 조성

전처리-염산 가수 분해법으로 실시하였고, 단백질량 3 mg을 일정량 취하여 6 N HCl 30 mL를 가한 후 130°C에서 24시간 가수분해 하였다. 가수분해가 끝난 뒤 초순수로 100 mL가 되도록 희석시킨 후 0.45 µm 수용성 syringe filter로 여과하였다. 가수분해 된 시료를 다시 1:1로 희석한 후 HPLC(Agilent 1200LC, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다(Table 1). 반응 프로토콜은 pre-amino acid 반응이 자동 수행되며 적은 양의 borate buffer, OPA/MPA, FMOC 시약과 함께 시료를 단계적으로 혼합한 후 반응을 종결하였다.

탁도 및 입도분석

탁도는 사골곰탕에 0.2% 천일염 첨가구, 0.2% 정제염 첨가구를 10 배, 50 배, 100 배로 희석하여 UV spectrophotometer

Table 1. HPLC conditions for the analysis of amino acid composition.

System	Agilent 1200LC
Column	C18 column (4.6 mm×150 mm, 5 μm)
Detector	FL Detector : Emission 450 nm, Excitation 340 nm(OPA) Emission 305 nm, Excitation 266 nm(FMOC) UV Detector : 338 nm
Flow rate	1.5 mL/min
Mobile phase	A : 20 mM sodium phosphate monobasic, pH 7.8 B : 3 DW / acetonitrile / methanol (10 : 45 : 45 % (v/v))
Injection Volume	0.5 μL
Column Temperature	40°C
Sample Temperature	20°C

(Genesys 10-S, Thermo Fisher Scientific Inc. Waltham, MA, USA)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다.

입도는 정제염 첨가구, 천일염 첨가구, 칼슘 첨가구를 시료로 입도분석기(Bluewave, Microtrac, Largo, FL, USA)를 이용하여 0.01810-2000 μm 범위에서 부피비(%)와 평균 diameter(μm)로 나타내었다.

결과 및 고찰

추출시간에 따른 겔화 및 질소 화합물의 변화

추출시간에 따른 조단백, 아미노산, glycine의 함량변화는 Fig. 1에 나타내었다. 조 단백질의 함량변화는 3시간에서 5시간 사이에서 단백질의 용출이 가장 많이 이루어져 급격히 증가하였고 이후 시간이 지남에 따라 15시간까지 점진적으로 1% 함량 이내에서 증가하는 경향을 보였다. 끓이는 시간이 증가할수록 단백질 함량의 점진적으로 증가하며 특히 8시간 이후부터 급격히 증가한다는 연구결과(Kim,

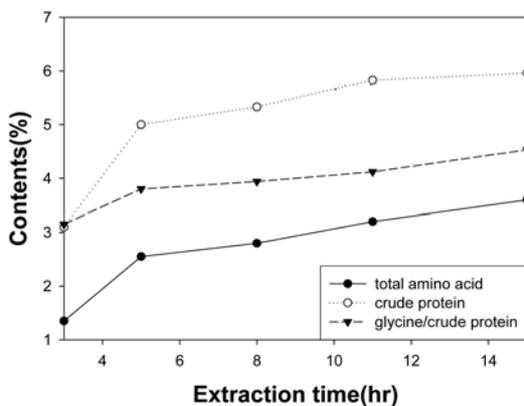


Fig. 1. Changes in contents of amino acid, crude protein and glycine/crude protein of beef-bone broth during extraction time.

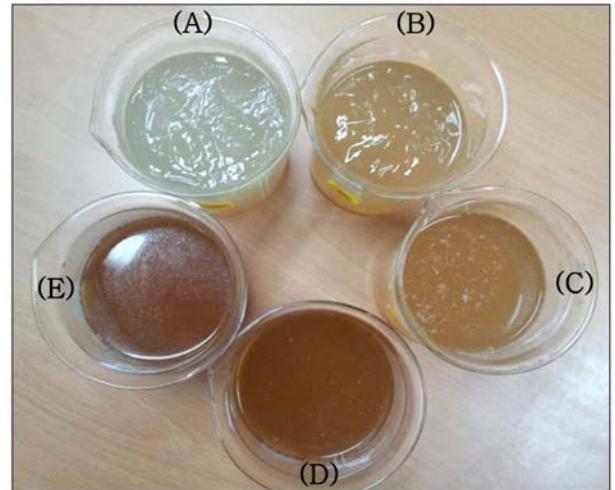


Fig. 2. Changes in gel formation and color of beef-bone broth with extraction time: (A) 3 h, (B) 5 h, (C) 8 h, (D) 11 h, (E) 15 h.

2006)와는 다른 양상을 보였는데 이는 가열방식과 압력의 차이에서 기인된 것으로 생각된다. 아미노산 역시 3시간에서 5시간 사이에 급격히 증가하였고 이후 소폭 증가하는 경향을 보였다. 3-5시간 동안 추출한 시료는 추출한 다음 24시간 냉장보관 시 겔이 형성 되었으나 8시간 이상 추출한 경우에는 겔이 형성되지 않았으며 추출시간이 증가함에 따라 곰탕의 색이 진한 갈색으로 변하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2). 이러한 결과는 겔형성에 필요한 myosin, actin, actomyosin 등 육 단백질의 가수분해 증가(Lee, 1998)가 주 원인인 것으로 판단된다. 곰탕의 추출시간에 따른 겔화 여부를 판단할 수 있는 지표로는 조단백질에 대한 glycine의 비율을 사용하였는데 이 값이 3.9 이상 되는 경우 겔이 형성되지 않음을 알 수 있었다. 사골곰탕의 아미노산 조성은 동물성 단백질의 기본 아미노산인 glycine의 함량이 추출시간에 관계없이 가장 높았고 hydroxy proline, proline, alanine, glutamate, arginine 등의 함량이 다른 아미노산에 비해 높았다(Table 2). 이러한 아미노산 조성은 Golan & Jelen(1979)의 연구결과와 일치하였다. 또한 추출시간 3시간에서 5시간 사이에서 모든 아미노산 함량이 급격히 증가하였고 이후 완만히 증가하는 경향을 보였다.

염 종류에 따른 물리적 특성 변화

염 종류에 따른 곰탕의 흡광도를 측정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 10 배 희석하였을 때 천일염 첨가구의 탁도는 1.952로 정제염 첨가구의 1.916보다 높았고 희석비율을 높인 경우에도 천일염 첨가구의 탁도가 정제염 첨가구의 탁도보다 높은 결과를 나타내었다. 상대습도가 높은 조건에서 정제염이 천일염에 비해 많은 수분 증가량을 보였다는 연구결과(Lee, 2013)에 따라 곰탕에 첨가하는 정제염의 경우 용해도가 천일염에 비해 높은 것으로 생각된다.

Table 2. Changes in amino acids of beef-bone broth with extraction time (unit: mg/kg).

Sample	Aspartate	Glutamate	Serine	Histidine	Glycine	Treonine	Arginine	Alanine	GABA
3 h	1107.25	2742.91	1100.48	352.22	7224.11	587.19	2588.48	2962.46	63.73
5 h	2077.11	4150.71	1660.10	474.07	10878.21	899.75	3996.62	4535.04	53.87
8 h	2043.92	4143.72	1606.82	516.03	10682.14	868.50	3879.45	4490.28	76.10
11 h	2136.99	4382.11	1655.17	513.08	11099.27	935.32	4013.01	4627.28	66.64
15 h	2387.76	4696.54	1795.36	559.68	12184.48	932.58	4349.50	5120.22	70.16

Tyrosine	Valine	Methionine	Phenylalanine	Isoleucine	Leucine	Lysine	Hydroxy proline	Proline	Total Amino acid
221.05	806.59	139.72	556.35	454.92	1025.82	939.48	4014.42	3901.73	30788.92
353.07	1212.37	308.94	957.83	736.46	1637.55	1442.28	5946.90	6086.25	47407.13
378.98	1241.66	328.27	974.33	751.27	1686.63	1694.05	5878.08	6351.60	47591.83
367.48	1264.04	386.00	1013.50	777.62	1764.99	1729.86	5731.90	6147.28	48611.56
470.11	1384.92	413.36	1125.13	858.45	1919.66	1853.27	6705.63	7402.13	54228.94

Table 3. Optical density analysis of beef-bone broth added with solar salt and refined salt.

Dilution rate	Optical density	
	Solar salt	Refined salt
10	1.952	1.916
50	0.640	0.618
100	0.273	0.215

Table 4. Particle size analysis of beef-bone broth added with solar salt and refined salt.

Sample types	Peak summary		
	Diameter (μm)	Volume (%)	Width (%)
Solar salt	2.181	100	3.63
Refined salt	1.820	100	3.67

천일염 첨가구의 입자크기가 2.181 μm 로 정제염 첨가구의 1.820 μm 보다 입자크기가 큰 것으로 확인되었다(Table 4). 따라서 천일염보다 정제염이 곰팡이의 장기보존 시 층 분리나 floc 형성을 억제하여 곰팡이에 첨가하는 염으로 적합함을 알 수 있었다.

칼슘 첨가에 따른 물리적 특성 변화

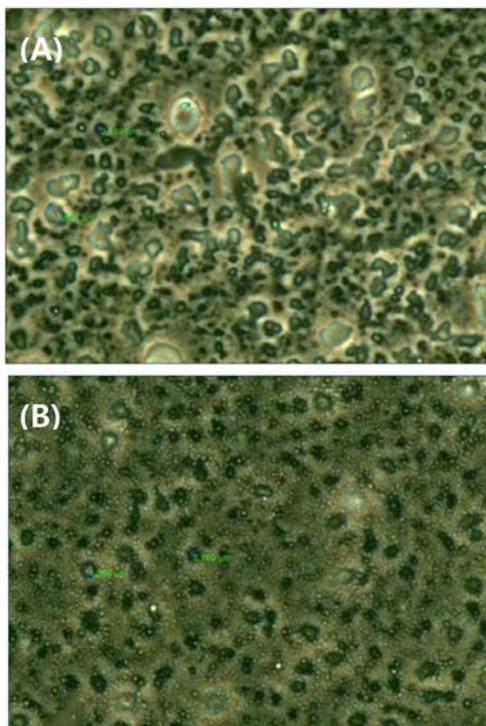
칼슘첨가에 따른 탁도 및 입도 분석 결과는 Table 5와 6에 나타내었다. 흡광도는 50 배 희석 시 칼슘 0.02% 첨가

Table 5. Optical density analysis of beef-bone broth added with calcium.

Dilution rate	Calcium (%)		
	0.0008	0.004	0.02
50	0.266	0.277	0.304
100	0.127	0.138	0.130

Table 6. Particle size analysis of beef-bone broth added with calcium.

Sample types	Peak summary		
	Diameter (μm)	Volume (%)	Width (%)
Control	1.482	46.4	2.37
	0.329	53.6	0.20
Ca 0.0008%	1.717	45.1	2.24
	0.321	35.7	0.18
Ca 0.004%	2.232	81.2	3.27
	0.2920	18.8	0.15
Ca 0.02%	2.5	100	2.55

**Fig. 3. Phase microscope determination of beef-bone broth added with (A) solar salt and (B) refined salt.**

또한 천일염은 사골 곰팡이 입자와의 응집력이 정제염에 비해 커서 floc 형성이 촉진됨으로써 빛의 투과를 막아 흡광도 값이 증가한 것으로 생각되며(Fig. 3), 입도 분석 결과

구의 경우 0.304로 0.004% 첨가구의 0.277과 0.0008%의 0.266에 비해 높은 값을 나타내었다. 입도분석 결과 칼슘을 첨가하지 않은 대조구의 경우 평균 입자크기가 1.482 μm 와 0.329 μm 인 입자들이 고르게 분포되어 있었으나 칼슘 첨가량이 증가함에 따라 입자의 크기가 증가하며 큰 입자의 비율이 점차적으로 증가하였고, 칼슘 0.02% 첨가구의 경우 평균입자크기 2.5 μm 인 입자가 대부분을 차지하였다 (Table 6). 따라서 곰탕의 영양강화를 위한 칼슘의 첨가량은 곰탕의 품질에 영향을 주지 않는 범위에서 0.004% 이하가 적당한 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구에서는 한우 사골곰탕의 품질 향상을 위해 제조 조건에 따른 겔화 여부와 이에 따른 최적의 추출조건을 확립하고 영양강화를 위하여 칼슘 첨가량의 양에 따른 곰탕의 물리적 성상을 비교하여 최적 첨가조건을 확인하고자 하였다. 추출시간에 따른 조 단백질과 아미노산의 함량 변화와 겔화 여부와 관계성을 보면 조 단백질에 대한 glycine의 함량비율이 약 3.9 이상이 되는 경우 겔이 형성되지 않았다. 곰탕의 주요 아미노산 성분으로는 glycine, hydroxy proline, proline, alanine, glutamate, arginine 등으로 추출시간 3-5시간에서 급격히 증가하는 경향을 보였다. 곰탕 첨가 염으로는 층 분리 유발 가능성이 낮을 것으로 판단되는 정제염이 적합하며, 영양강화를 위한 칼슘 첨가량은 0.004% 이하가 적당한 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 고삼농협 안성맞춤 푸드센터의 용역 연구과제 (관리번호 2012-234) 연구개발비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- Allen LH. 1982. Calcium bioavailability and absorption. *Am. J. Clin. Nutr.* 35: 786-808.
- Choi SK, Lee BW. 2003. Characteristics of brown stock produced as a raw material for bovine bone. In: Proceedings of the Korea Hospitality Industry Research Society Conference. May 2, Jinju, Gyeongnam, Korea. pp. 51-58.
- Golan A, Jelen P. 1979. Nutritional evaluation of low temperature alkaline extracts from beef bones. *J. Food Sci.* 44: 332-338.
- Karanja N, McCarron DA. 1986. Calcium and hypertension. *Ann Rev. Nutr.* 6: 475-494.
- Kim BR. 2013. Structural relations of convenience food satisfaction and quality of life according to dietary style: focusing on singles in metropolitan area of Korea, Japan and China. Ph.D. thesis, Sookmyung Women's Univ., Seoul, Korea.
- Kim JH. 2000. Effect of extraction times with bones from hanwoo bull on physico-chemical, sensory and nutritional characteristics of water extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Ani. Resour.* 20: 236-241.
- Kim JY, Yi YH. 2010. pH, acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol in puffed millet powder containing millet takju during fermentation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 51-58.
- Kim JH, Park BY, Cho SH, Woo YM, Lee JM, Jung SK, In YM, Kim HK. 1999. Effects of part of buying varieties and on the organoleptic properties and physical and chemical soup. *J. Korean Soc. Food Sci. Ani. Resour.* 24: 92-92.
- Kim MS. 2002. The effect nutrition constituent from beef leg bone by acid condiment. *J. Korean Soc. Food Cookery Sci.* 18: 349-354.
- Kim JH, Cho SH, Yoo YM, Chae HS, Park BY, Lee JM, Ahn CN, Kim HK, Kim YG. 2000. Effect of extraction times with bones from hanwoo bull on physico-chemical, sensory and nutritional characteristics of water extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Ani. Resour.* 20: 236-241.
- Kim OH, Kim ES, Yu IS. 2002. A study on the current status of calcium fortification in the processed foods in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 170-176.
- Kim MS. 2006. The effect on the nutritional value of beef leg and rib bone soup by boiling time. *J. Korean Soc. Food Sci.* 21: 161-165.
- Lee SK. 1998. Gel properties of chicken protein. *J. Korean Soc. Food Sci. Ani. Resour.* 21: 87-93.
- Lee JS. 2002. Efficient use and nutritional value of bone. *J. Korean Soc. Food Sci. Ani. Resour.* 65:14-15.
- Lee JK. 2013. Moisture sorption characteristics of sun-dried and refined salts and the effect of salt addition on quality characteristics of pork jerky. M.S. thesis, Gyeongsang Univ., Gyeong-Nam, Korea.
- Park DY, Lee YS. 1982. An experiment in extracting efficient nutrients from sagol bone stock. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 11: 47-53.
- Park MH, Choi BG, Lm SH, Kim KH, Heo NK, Yu SH, Kim JD, Lee KJ. 2011. Analysis of general components, mineral contents, and dietary fiber contents of synurus deltoids. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1631-163.
- Raisz L. 1977. Bone metabolism and calcium regulation. In: in metabolic bone disease. Avioli LV, Krane. (eds). Acad Press, Inc., NY, USA, pp. 1-42.